R

Band 40 / Heft 2 April 1957

E & A

COMMONWEALTH INST.
ENTOMOLOGY LIBRARY
11 JUN 1957
Eu. 270

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

BEGRÜNDET VON K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER

Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie an der Universität München

Mit 46 Abbildungen

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN

HAMBURG 1 · SPITALERSTRASSE 12

Inhalt

ORIGINALAUFSÄTZE

Entry and Speed of action of Liquid Parathion in Relation to the Cuticular composition and exoskeletal Features of *Eurygaster integriceps*, Put. By A. S. Talhouk 129

Arbeitsmethoden zu morphologischen und biologischen Untersuchungen von räuberischen Milben. Von Gudo Dosse 155

Die Kohlensäure-Sauerstoff-Druckmethode zur Bekämpfung der Großen Narzissenfliege *(Lampetia Equestris* F., Syrphidae, Dipt.). Von W. E. De Mol Van Oud Loosdrecht, Amsterdam 161

Untersuchungen über den Einfluß von Waldameisen-Kolonien *(Formica rufa)* auf die Siedlungsdichte höhlenbrütender Vögel. Von Herbert Bruns 175

Zur Systematik, Biologie und Ökologie unterirdisch lebender Aphiden *(Homoptera, Aphidoidea)*. Teil I. Von Helmut Zwölfer, München 182

Zur Biologie und Ökologie der Rapsschädlinge aus der Gattung *Meligethes*. Von R. Fritzsche 222

REFERATE 281

Schriftleitung: Alle Einsendungen sind mit dem ausdrücklichen Vermerk „Für Zeitschrift für angewandte Entomologie" ausschließlich an Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb. zu richten.

Manuskripte: Die Zeitschrift veröffentlicht Originalabhandlungen, kleine Mitteilungen und Buchbesprechungen. Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Tabellen und Abbildungen wird gebeten, auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Abhandlung ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichstigsten Ergebnisse in deutscher, und wenn möglich, englischer Sprache anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Für Manuskripte, die einen Umfang von 50 Seiten übersteigen, bittet der Herausgeber, vor Absendung mit ihm Fühlung aufzunehmen.

Es wird gebeten, die Manuskripte möglichst mit Schreibmaschine und nur einseitig zu schreiben und Sperrungen möglichst zu vermeiden. Photographische Abbildungsvorlagen müssen so beschaffen sein, daß sie eine kontrastreiche Wiedergabe ermöglichen. Alle dem Manuskript beiliegenden Unterlagen wie Photographien, Zeichnungen, Tabellen sollen auf der Rückseite mit dem Namen des Verfassers und dem Titel des Beitrages versehen sein. Bei Abbildungen, die bereits erfolgten Veröffentlichungen entnommen werden sollen, ist eine genaue Quellenangabe erforderlich.

Mit der Übersendung des Manuskriptes räumt der Verfasser dem Verlag Paul Parey für die Dauer des urheberrechtlichen Schutzes das Recht ein, die photomechanische Vervielfältigung seines Aufsatzes durch gewerbliche Unternehmen zum innerbetrieblichen Gebrauch zu genehmigen.

Honorierung: Das Mitarbeiterhonorar beträgt DM 40,— je Druckbogen von 16 Seiten. Mehr als drei Druckbogen je Beitrag werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen und Buchbesprechungen sind honorarfrei.

Sonderdrucke: Die Verfasser von Originalarbeiten erhalten von ihrem Beitrag nach Druckbeendigung auf Wunsch unberechnet 20 Sonderdrucke, die Verfasser von Doktor-Arbeiten 50 Sonderdrucke. Mehrbedarf kann gegen Berechnung angefertigt werden, jedoch nur, wenn die Bestellung unmittelbar mit der Rücksendung der Fahnenkorrektur, spätestens der 1. Umbruchkorrektur, bei der Schriftleitung aufgegeben worden ist.

Vorbehalt aller Rechte, insbesondere auch der photomechanischen Vervielfältigung: Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der photomechanischen Wiedergabe von Teilen der Zeitschrift oder im ganzen, sind vorbehalten. Jedoch wird Vervielfältigung durch Photokopie, Mikrokopie und dergl. für den innerbetriebl. Gebrauch in gewerbl. Unternehmen durch diese selbst oder durch dritte in 1 Ex. gestattet, wenn die Vervielfältigung einen Quellenvermerk enthält und unter Angabe der vervielfältigten Stelle eine Gebühr von DM 0,70 je angefangene Druckseite an den Verlag entrichtet wird.

Erscheinungsweise und Bezugspreis: Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge im Umfang von ungefähr 7 bis 8 Druckbogen je Heft. Jährlich erscheinen etwa 6 bis 8 Hefte, von denen 4 jeweils einen Band bilden. Das Abonnement verpflichtet zur Abnahme eines ganzen Bandes und verlängert sich jeweils stillschweigend, wenn nicht unmittelbar nach Erhalt des letzten Heftes eines Bandes Abbestellung erfolgt. Die Hefte werden einzeln berechnet. Der Preis beträgt je Druckbogen etwa DM 3,60. Der Preis der Hefte außerhalb des Abonnements ist jeweils um 10 % teurer.

Die Zeitschrift kann bei jeder Buchhandlung oder beim Verlag Paul Parey, Hamburg 1, Spitalerstraße 12 bestellt werden.

© Paul Parey, Hamburg u. Berlin 1957 · Printed in Germany by Lindemann & Lüdecke, Berlin

Z. ang. Ent. Bd. 40 (1957) H. 2, 129-284

Abonnementspreis dieses Heftes DM 35,80 Einzelpreis DM 39,40

Faculty of Agricultural Sciences, American University of Beirut, Beirut, Lebanon

Entry and Speed of action of Liquid Parathion in Relation to the Cuticular composition and exoskeletal Features of *Eurygaster integriceps*, Put.

By A. S. TALHOUK, Entomologist

Table of contents: Abstract. — I. Preface. — II. Life-History and Habits. — III. Review of Literature on contact Insecticides. — IV. Morphology. Techniques. External and Peripheral Sensory Anatomy: a) The head; b) The antennae; c) The proboscis; d) The regions around the meso- and meta-thoracic legs; e) The thoracic and abdominal spiracles; f) The scutellum; g) The abdominal tergites; h) The abdominal sternites; i) The paratergites; j) The anal ring; k) The female external genitalia; l) The legs. — V. Experimental Results. Materials and Methods. Table I, Table II and III. — VI. Discussion and Conclusion. Table IV, Table V and VI. — Summary. — Zusammenfassung. — Acknowledgements. — Bibliography. — Appendix. List of Figures. Explanation of abbreviations.

Abstract

Eurygaster integriceps Put. is an important wheat pest in Syria, Turkey, Iraq, Iran, Pakistan, and parts of Russia. Biological and chemical methods of control against this insect have met with little success. Among the more successful chemicals reported was calcium arsenite dust in irrigated fields (STAROSTIN, 1944; PEREDELSKII, 1947). Later, parathion dusts were tried in Russia (PAIKIN, 1950) and in Syria (TALHOUK, 1951, 1954), and were found very effective against all post-embryonic stages of this pest.

However, there are rather conflicting points of view in the literature regarding the method and place of entry of contact insecticides. For this reason the present study was undertaken. It attempts to correlate the cuticular composition and the exoskeletal features of *Eurygaster integriceps* with their role in the entry and speed of action of parathion.

In beginning this work, the first few weeks were spent in the detailed, microscopical examination of the external anatomy and sense receptors.

The second part of the work consisted of the experimental application of parathion at eleven different points on the insect's body. There were five replicates of ten insects each for the different treatment groups. Parathion droplets were obtained by means of a syringe-micrometer attachment.

The experimental lots differed significantly in their LT_{50}'s as well as the mean length of time required for complete kill.

The analysis of variance of LT_{50} (in hours) indicates a very high significance that can be attributed to treatment.

The significance of the difference between means was calculated for "t" values by Student's Method.

The speed of penetration of parathion at the eleven different points of application was termed their "effectiveness". There were seven categories of effectiveness, viz.,

a. The effectiveness of the tip of the proboscis was highest in permitting the penetration of liquid parathion as proved by the onset of its physiological effect. It constituted the only locus in the first category.

b. The effectiveness of the coxopleurite was much greater than any other locus in groups III—VII.

c. The third category included the metathoracic tarsi, the female external genitalia, the first antennal segment, and the sixth abdominal spiracle.

d. Next, the sixth abdominal sternite, the sixth abdominal tergite, and the fifth-sixth intersegmental membrane were included in the fourth category.

e. Group V included the back of the head, and

f. Group VI comprised the scutellum which showed the least effectiveness of all the treated areas.

g. The Control was placed in Group VII because its "t" value with the scutellum (4.987) was greater than the "t" value between any two experimental groups.

In view of the results obtained from the different treatments, and the reports in the literature on the importance of cuticular thickness as a factor in allowing the penetration of insecticides, it was decided to measure the thickness of the cuticle in the areas treated. The coefficient of correlation between cuticular thickness and mean length of life indicated a value of 0.865 which is highly significant. Only the tip of the proboscis and the coxopleurite showed irregular values when plotted against cuticular thickness.

I. Preface

Eurygaster integriceps. Put., commonly called the "Wheat Shield Bug", is a very serious pest of wheat and barley in Syria, Turkey, Iran, Iraq, Pakistan, and parts of Russia around the Black and Caspian Seas (ZWÖLFER, 1930; BLACHOWSKY et MESNIL, 1935; Distribution Maps of Insect Pests, 1954).

The financial loss it causes to Syrian wheat is estimated to be about L.S. 2,500,000 per year. In the region around Teheran, agriculture suffers an annual loss about 100 million rials because of this pest (ALEXANDROV, 1948). ADLE (1932) states that 40—50%, and even 90% loss of the wheat crop occurs in Persia from this pest. Turkey and Russia suffer great losses too, but the extent of their losses is not known to the writer.

The wheat (or barley) crop is attacked twice during the growing season. The amount and degree of damage is dependent on the abundance of the pest and the stage of growth of the crop at the times of attack. A short account of the life-history and habits of this insect will therefore help visualize its economic importance and the reason for which the present study was undertaken.

II. Life-history and habits

The life history and habits of *Eurygaster integriceps* have been investigated by VASILIEV (1913), and more thoroughly by ZWÖLFER (1930), and PEREDELSKII (1947).

Their work indicates that the insects overwinter as adults in the hills. In late March or early April, they fly down to the wheat and barley fields to feed for two to three weeks before the attainment of sexual maturity. It is during this part of their life-cycle that they cause great damage to the plants that are fed upon (i. e., stung) since the latter wilt, become yellow and produce more or less aborted inflorescence or almost empty seeds.[1]) In most regions, copulation begins during the first half of April. Oviposition follows in three to five days, and continues for ten to twenty days. The total number of eggs that a female carries in her ovaries averages between 150 and 180 eggs (ZWÖLFER, 1930). The eggs, as they mature, are laid in batches of 12 to 14. The incubation period lasts about eight to ten days. The nymphs pass through one pre-feeding and four post-feeding moults. They reach the adult stage in four to five weeks after egg-hatching. By this time the wheat would be in the "milk stage", or, very nearly ripe and dry.[2]) It is during this stage that most of the damage is done, since there are records when 15—25 of these bugs can be seen feeding on one ear (HIBRAWI, 1930), and, in some exceptional cases, 50—60 bugs were counted feeding on one ear in Varamine, Iran (ALEXANDROV, 1948). Right after harvesting and carrying of the wheat, the adults scatter to the hills where they seek shelter under the fallen leaves of trees and shrubs and remain practically without food until the following spring.

III. Review of literature on contact insecticides

Since the beginning of the 20th century, Russian entomologists have devoted a great deal of study to this pest. They have published many important papers on its biology, and especially on biological control through its egg parasites (VASILIEV, 1913, and amongst the recent ones, MEIR, 1940; ALEKSEEV, 1940; FEDOTOV, 1944; RUBTZOV, 1947). Biological control has always proved inadequate, and this has led to the trials of chemicals for its control. Amongst the more successful chemicals reported was calcium arsenite dust in irrigated fields (STAROSTIN, 1944, PEREDELSKI, 1947).

During, and after World War II, the insecticides DDT and BHC (benzene hexa-chloride) were tried with varying success. (TZITOVICH, 1950; KUZNETZOV, 1950; PAIKIN, 1950). Later, parathion dusts were tried in Russia (PAIKIN, 1950), and in Syria (TALHOUK, 1951, 1954) and were found very effective against all post-embryonic stages of this pest.

[1]) Dr. A. DAVACHI, in an oral communication, says that in the district of Varamine in Iran, 30% of the loss of wheat crop is due to the feeding of adults before and during copulation and egg-laying.

[2]) The physical damage caused to the grain by the feeding bugs is a reduction in weight from 15 to 60%.

Apart from that, the straw from attacked plants is refused by domestic animals. The flour milled from attacked grain suffers a reduction in its total nitrogen content (KRETOWITCH and TOKAREVA, 1942). This is accompanied by an increase of proteolytic enzymes, and a high amylase activity in the flour (KRETOWITCH et al. 1943), resulting in deterioration in the baking quality of the flour (MARUSHEV et al. 1938).

In addition to the work on *E. integriceps,* a number of different investigators have studied the effect of contact insecticides. Among earlier papers are SHAFER (1915) on penetration of lipoid insoluble dusts, RICHARDSON et al. (1934), on the penetration of insecticidal vapours through the cuticle, TISCHLER (1935) on the penetration of derris through the body wall of *Bombyx.* and O'KANE et al. (1940) on the penetration of certain liquids through the pronotum of *Periplaneta.* Following the discovery of DDT, greater interest was taken in the development of contact insecticides. Many papers appeared on the mode of entry, and place of action of these insecticides. POTTS et al. (1945) conducted experiments on Tse-tse flies whose feet only came in touch with DDT for 2 seconds. The flies were killed with this very short exposure. They concluded that the size of the pulvilli is directly proportional to the speed of action of DDT, and that the poison enters through it. HICKEN (1945) experimented with two species of lice that have very poorly developed pulvilli. He made the lice touch the insecticidal surfaces only by means of their tarsi. When made to walk on n-carbitol thiocyanate, the lice were dead in 6 minutes, whereas when on DDT, it took them 120 minutes to die. HICKEN concludes that the relative size of the pulvilli is of no special significance in the entry of insecticides, and different insecticides show a wide variation in their speed of action on the same species. RICHARDS et al. (1949), working on isolated larval cuticles taken from presumably identical individuals of the same culture of *Phormia,* found that there were considerable differences in permeability of these cuticles to inorganic and organic salts. Serial sections of these cuticles showed no parrallel variation in total cuticular thickness. They conclude that "the variation must be conditioned by variation in the thickness of an exceedingly thin component layer (presumably the lipid epicuticle) or by variation in the sub-microscopic porosity of one or more of the component layers". They warn against correlating variation in cuticular permeability between different individuals with variation in biological responses such as sensory reactions and mortality from contact insecticides.

SAVIT et al. (1946) have compared body-surface application versus intra-abdominal injection of y-BHC in *Periplaneta americana,* and found no statistically significant differences between the LD_{50}'s. Similar results were obtained by them for DDT. They concluded that their findings emphasize the importance of the absorptive capacity of the cuticle. DRESDEN and KRIJSMAN (1948) found that DDT, BHC, and rotenone display about the same activity when applied to the skin of an insect or injected into it. They conclude that the cuticle does not act as a barrier, but permits quick and complete penetration. This, they conclude, explains the apparent specific toxicities of these chemicals to insects.

To test the permeability of the cuticle to electrolytes and non-electrolytes, SKVORTZOV (1946) filled cultures of living paramecia into (emptied) larval skins of *Musca domestica,* which he tied at both ends, and suspended in aqueous solutions of these salts. His experiments proved to him that electrolytes penetrated the cuticle more slowly than non-electrolytes that are highly soluble in lipoids. His opinion is that non-electrolytes penetrated the lipoid phase of the epicuticle by dissolving it, while electrolytes pass through the pores of the protein phase; his conclusion is that in this case

penetration is affected by the size of the molecules, as well as by adsorption. WIESMANN (1946, 1949) has shown that the penetration of DDT-in-oil into the bodies of *Calliphoria vomitaria* and *Phyllodromia germanica* is dependent on the structure and chemical composition of the cuticle. He found that in the parts that were not permeable, resistance was due to the high selerotin content of the exo- and endo-cuticle, while the sense organ pores showed permeability because of their lipoid content and their thin, unpigmented, flexible exo- and endo-cuticle containing little or no sclerotin. Permeability was possible also through the non-sclerotized intersegmental membranes. WIGGLESWORTH (1948b), writing on the mode of action of DDT, says that the shape of a molecule is very important in determining the ease and the speed of its passage trough the cuticle. Substances soluble in oils are known to penetrate the cuticle much more quickly than those that are lipophobic. Their "partition coefficient", or as RICHARDS (1951) prefers to call it, the "chemical potential", helps to decide on the ease of penetration. WIGGLESWORTH (1948a) states that if a toxic substance can pass trough the epicuticle and reach the pore canals, it will have only a very short way to travel before it reaches the soft tissues of the insect. In his study of the mode of action of contact insecticides with special reference to the permeability of the insect cuticle, BREDENKAMP (1941) used both organic and inorganic insecticides on the larvae of different families of *Lepidoptera*. Micro-chemical tests showed that, though the insecticides pass principally through the hair-pore membranes, they were also found through-out the rest of the cuticle as well. PFAFF (1952) found that paration enters the body of *Periplaneta americana* only "at points determined by nature for the reception of chemical and physical stimuli, the sense organs, as well as through the spiracles and hair roots, and in this way reaches the place in which it takes effect", but that it cannot penetrate through the "homogenous cuticle", meaning the undifferentiated cuticle. FISHER (1952) studied the effectiveness of DDT-benzene droplets applied on different loci of the body of adult *Musca domestica*. His results showed that the effectiveness increased as the loci of application approached the body or the head; was greatest when the labella were treated, and was increased as the area of intact integument surrounding the locus was increased. In his discussion, he mentions the importance of the cuticle as a tissue that may change DDT after its passage through it, into a toxic compound. He bases this hypothesis on the fact that when he placed crystalline DDT in large doses directly into the tissues of the mesonotum, it did not have any toxic effect. But when DDT droplets were placed on the cuticles, it showed its characteristic toxic effects. BALL and BECK (1951) working with *Periplaneta americana* found that parathion is transported by both the ventral nerve cord as well as the blood, but that the former was more effective. ARMSTRONG et al. (1951) found that the amounts of the alpha, beta, gamma and delta isomers of BHC that penetrated the epi- and exocuticles of *Calandra granaria* were in the approximate ratio of their solubilities in hydrocarbon solvents, and that the gamma isomer penetrates through the outer layers of the insect integument much more rapidly than the other three isomers tested. They conclude, therefore, that the first stage of pickup of the insecticide by the insect is simple solution in the outer waxy layers of the epicuticle and that structural effects play an important role in the penetration through the insect cuticle as well as in toxic effects

at the site of action. FERNANDO et al. (1952), working with radioactive organic phosphates, including parathion, found that following topical application of the insecticides to the cervical membrane of *Periplaneta americana,* the insecticides were chiefly transmitted by the blood, and that very little parathion was found in the central nervous system, but quite enough to inhibit cholinesterase, however.

There are references in the literature on the possible importance of the thickness of the cuticle and entry or resistance to insecticides.

METCALF (1955) writing on the penetration of different insecticides into the insect body mentions that O'KANE et al. (1933) using 100% nicotine in minute droplets on different body regions of the larvae of *Tenebrio molitor* and *Periplaneta americana,* found out that the toxic symptoms developed much more quickly in the areas with the thinner cuticles. In the same paper, O'KANE, using 15% pyrethrins in kerosene, found out that whether the droplets were applied to the cerci, antennae, legs, head, spiracles, abdomen or thorax of *T. molitor* or *P. americana* the toxic symptoms develop, but their development is twice as fast in the intersegmental and cervical areas as in the highly sclerotized areas. WIGGLESWORTH (1942) studying the mode of entry of pyrethrins in the body of *Rhodnius prolixus* found out that the treatment of the body surface of this insect with petroleum ether, greatly accellerated the passage of the insecticide by dissolving the "interfering surface lipids". The response of the treated individuals varied considerably and this variation could be correlated with the cuticular thickness of the insect's body.

ROBINSON (1942) found that older larvae of the tick *Ornithodorus moubata* react more slowly when immersed in a pyrethrin-containing solution than younger larvae; he explains this as due to the greater cuticular thickness of the older individuals. TALHOUK (1954) observed the same results with respect to the susceptibility of the different stages of *Eurygaster integriceps* dusted with parathion. KLINGER (1936) found that the steep increase in resistance of caterpillars of *Bombyx mori, Vanessa io,* and *Laspeyresia pomonella,* as they mature to the last larval stage, may be correlated with a considerable increase in cuticular thickness. WIESMANN (1947) states that the resistant houseflies from S w e d e n had thicker cuticles than a susceptible strain from S w i t z e r l a n d. WIGGLESWORTH (1948 a) says that the thickness of the endocuticle is important in slowing down the rate of entry of pyrethrum into the cuticle of *Rhodnius.*

On the other hand there are opposite views in the literature, amongst, which are: RICHARDS and FAN (1949) (see Review of Literature p. 4.) who found considerable variation in permeability of isolated cuticle but not variation in thickness. They warned against correlating variation in cuticular permeability with biological response. RICKS and HOSKINS (1948) found that the rate of penetration of trivalent arsenic through the cuticle is proportional to the concentration of non-ionized arsenions acid except in the presence of fairly strong alkali that cause an unknown change in the protein constituents of the cuticle. Such a change alters the properties of the lipid layer of the integument as well as its permeability. BALL and BECK (1951) found that the rate of penetration of parathion through the cuticle of *P. americana* is not influenced by its thickness.

Thus it is evident that there are rather conflicting points of view on the role played by the cuticle in the method and place of entry of contact insecticides in various insects. For this reason the present study was undertaken. It attemps to correlate the cuticular composition and the exoskeletal features of *Eurygaster integriceps* with their role in the entry and speed of action of parathion.

If penetration is limited to specific areas only, it is necessary to determine whether these regions were characterized by an abundance of sensory hairs or other sense-perceiving structures as contrasted with the undifferentiated cuticle. In beginning this work, therefore, the first few weeks were spent in the detailed, microscopical examination of the external anatomy and sense receptors. This work is described in the next section.

IV. Morphology

TECHNIQUES

Adult *E. integriceps* were collected from wheat fields in June 1953, killed and fixed in 10% formaldehyde for several months. The formalin-fixed material was then embedded in celloidin by the method of WALL (1932), or double embedded by PETERFI's method (Mc CLUNG, 1950). The celloidin embedded material was sectioned from 16-18 μ, while that embedded by PETERFI's method was cut in ribbons 7,5 μ thick. The sections were stained in either DELAFIELD's haematoxylin-eosin or HEIDENHAIN's iron haematoxylin-eosin, or MALLORY's triple stain, or LIANG's method of nerve staining (LIANG, 1949). The different methods gave variable results. DELAFIELD's haematoxylin-eosin gave more uniform results and was used almost exclusively, except when similar sections were stained by other methods as a control. The best sections obtained were from material embedded by the hot celloidin method of WALL. The major difficulty in working with such material is the difficulty of getting serial sections from it.

EXTERNAL AND PERIPHERAL SENSORY ANATOMY

The morphology of the systems of this insect has been studied extensively (TRUKHANOV, 1947). The exoskeleton of *E. integriceps* shows a great deal of variation in the amount and shape of various structures covering it. Some regions are more or less smooth and naked, while others may be pitted, hairy, or warty in different degrees. The thickness, degree of sclerotization, and pigmentation of the cuticular layers vary greatly in the different regions.

In surface view, pore canales are clearly seen by phase-contrast illumination. Their number is very large in an area of a few square micra (Fig. 1).

Below, each of the general anatomical regions is described in turn.

a) The head

The head is characterized by the dark pits scattered widely over its surface (Figs. 1, 2). These pits are circular to slightly ovate, and are surrounded by a slight ridge 2—3 micra in height. Arising from a domed prominence at the posterior portion of each pit is a small seta (28—30 μ in length) which is apically bent and points anteriorly. Cross sections thru these

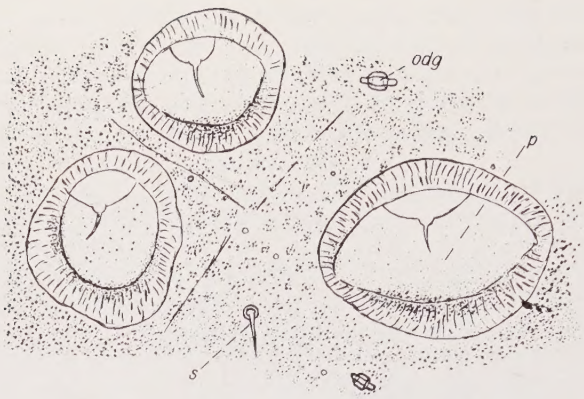


Fig. 1. Surface view of head

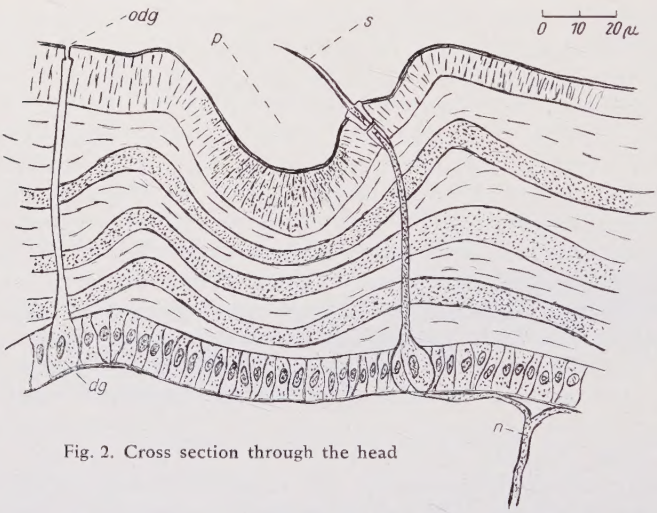


Fig. 2. Cross section through the head

pits (Fig. 2) show that the seta is joined directly to a thin nerve. The exocuticle is thickest at the base of the pit, and is tanned dark brown in this area. The exocuticle in this region varies between 12 and 20 μ being thickest at the posterior end of the depression, while the endocuticle varies between 30 and 35 μ, being thinnest at the posterior section of the pit. – Other topographical features in the head, other than the pits, are the dermal glands. Their canals start from enlarged cells in the hypodermis. They traverse the cuticle straight or in zig-zag line gradually get thinner when they enter the exocuticle (see Figs. 1, 2). In surface view the opening looks like two concentric rectangles at right angles to one another (Fig. 1).

Apart from the pits and dermal glands, there are canals of unknown function and the pore canals (Fig. 2).

b) The antennae

Except for the last antennal segment which has dark brown cuticle, all the segments are transluscent.

All nymphal instars have four antennal segments, while the adult has five. The shape and length of the segments differ (Fig. 3).

The wall of the antennary segments is of medium thinness, lined by hypodermal cells with large nuclei. Except for segment four in the immature forms, and segments four and five in the adults, the walls are very sparsely clothed with hairs. The third segment bears highly enervated setae at its tip and few minute ones on its walls. Segments four in the nymphs, and four and five in the adults, are thickly clothed with setae that usually curve distally upwards. All along the length of the antennae a thick tracheal tube accompanies the antennary nerve. This nerve splits at the proximal

end of the second segment, as it enters the third, so that two branches of it are found in the third, fourth, and (in the adult) fifth segments. A number of groups of sensory cells (4—6 cells per group) send their proximal processes to the antennary nerve, while their terminal ones are drawn into a fascicle that passes through the cuticle and enters the setae that cover the walls of the fourth and fifth segments. The cells are ovate. They posses large dark staining nuclei (Fig. 5).

c) The proboscis

When at rest the proboscis extends to the tip of the metathoracic coxae. Its tip is covered with long, thin setae of the chemorecepter type and are considered by WEBER (1930) to be "Taste Borste".

These hairs cover a very small part on the proximal end of the proboscis which does not exceed 1/50th of its entire length. A section through the proboscis at this level shows that it is well supplied by trachea, nerves and muscles. The type of columnar epithelial cells that surround the mandible in the labium, as well as other anatomical components of the proboscis are shown in fig. 6.

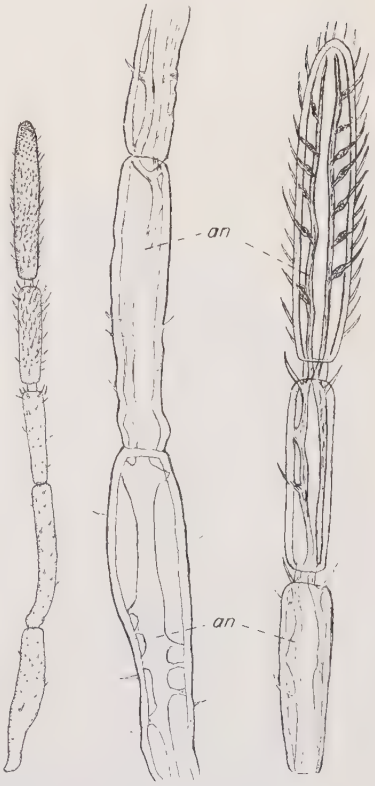


Fig. 3. Antenna of adult (whole mount)

Fig. 4. Antenna of adult (longitudinal section)

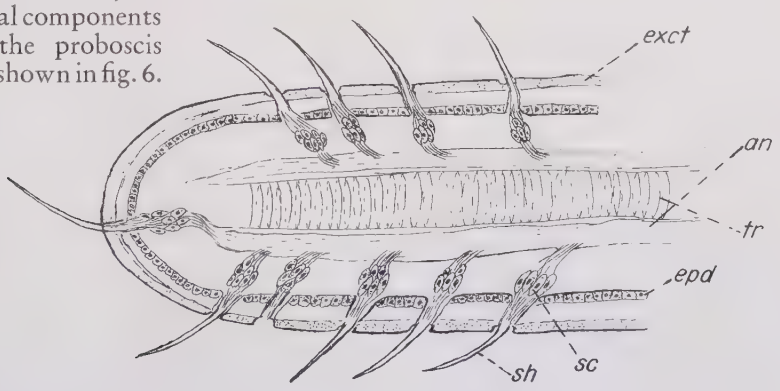


Fig. 5. Antenna of adult (longitudinal section through last segment)

d) The regions around the meso- and metathoracic legs of adults

Between the prothoracic legs of the adult there are no signs of any differentiation of the cuticle. The surface here is typically that of the

sternites as a whole, with the pitting, dermal glands, and occasional very short and fine setae.

Between the mesothoracic legs the region is well differentiated. It has a high double ridge running across the middle of the metasternite. This double ridge is the "median sternal groove" (SNODGRASS, 1935). It is thickly clad with sensory setae that are traversed by thin protoplasmic strands which in turn connect with columnar cells that stain deeply. These cells are very densely massed (Fig. 7). Lateral to the double ridged structure, the cuticular surface is ornamented with the same pattern of conical projections found on the abdominal tergites (Figs. 9, 10).The same description holds true for the metasternite, except that the cuticular ornamentation typical of the abdominal tergites does not exist here.

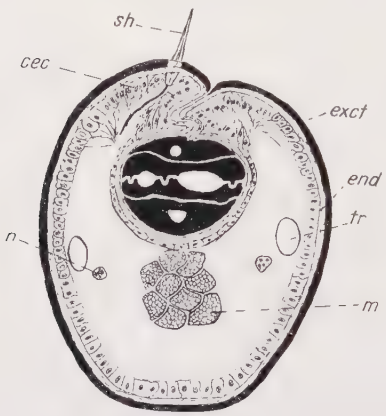


Fig. 6. Tip of proboscis (cross section)

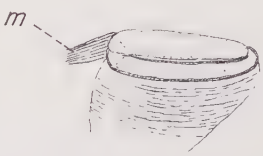


Fig. 8. Thoracic spiracle

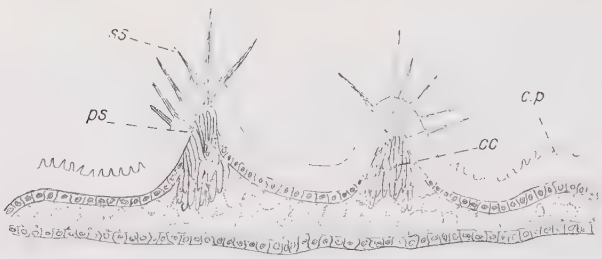


Fig. 7. Region of meso-thoracic legs (cross section)

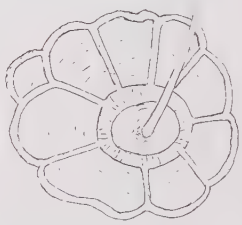


Fig. 8a. Trichobothria

e) Thoracic and abdominal spiracles

There are two pairs of thoracic spiracles, and seven pairs of abdominal ones that can be seen in females of this insect.

The thoracic ones are not exposed; their openings are found on the intersegmental membrane between the pro- and meso-thorax, and the meso- and meta-thorax, and belong to the meso- and meta-thorax respectively (TRUKHANOV, 1947). The shape of the opening is ovate, slit-like and is appreciably large. They have the normal "lip-type" closing mechanism.

All abdominal spiracles have circular, hard, atrial chambers surrounded by a peritreme. The first abdominal spiracle is usually hidden by the metathoracic sternite in dead specimens. Except for the first and last abdominal spiracles, the five other pairs are associated each with a pair of trichobothria, having a comparatively long hair, either posterior or lateral to the spiracular openings (Fig. 8 a). On no other parts of the body

do these trichobothria occur (3). Their function remains unknown. However, their position leads one to suspect that they have a relation with the opening and closing of the trachea by the occlusor muscle.

f) The scutellum

The scutellum develops gradually with each molt. This is a very important practical significance since it acts as a shield in protecting the more delicate abdominal tergites, especially in the adult stage. In the nymphal stages, the abdominal tergites seem to be topographically composed of the same exo-skeletal features as the pronotum and the abdominal sternites.

In nymphs, up to the third instar, the scutellum is comparatively very small; it does not cover any abdominal tergite. In general, it is in the form of an open W (~), covering on either side the growing wing pads. In the fourth instar, the scutellar shield is slightly longer, and partially covers the lateral parts of the first and second abdominal terga.

In the adult stage, the scutellum covers both pairs of wings, and the soft, thin abdominal tergites, that have lost their hard structure with the pre-imaginal molt.

In cross-section the upper side of the scutellum shows the same pitting that characterizes the head and abdominal sternites. The underside, which overlies the abdominal tergites, has the same tooth-like cuticular projections that cover these tergites described below (Figs. 9, 10). Sections through the scutellum show that they are lamellate and are traversed longitudinally with trachea (slide No. 2 AWM), and perpendicularly by many grandular canals.

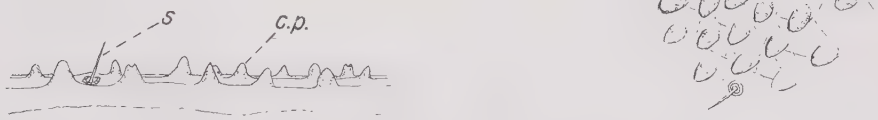


Fig. 9 & 10. Abdominal tergites (cross section and surface view)

g) The abdominal tergites

In the nymphal stages, these tergites are of the same topographic composition as the abdominal sternites described above. They also possess three lip-like openings with thickened edges on the 4th, 5th, and 6th segments; these are the openings of the stink glands. With the last nymphal moult the lips seem to fuse together and the structures become vestigial in the adult, and the whole topographic features are changed from the pitted type in Figs. 1 and 2, to that in Figs. 9 and 10. As a result of this moult, the abdominal tergites of the adult become thinner than those of the 4th instar nymph.

3) There seem to be exceptions since one whole mount of an abdomen shows only one trichobothrium posterior to the right spiracular opening on the VI abdominal segment, and two posterior to the left spiracular opening on the same (VI) abdominal sternite.

In general, there are two different types of surfaces on the adult abdominal tergites. One is covered with the rough conical projections seen in Figs. 9 and 10, and composes all of the tergites I, II, III, IV and the lateral parts of V, VI and VII. The other type is the "smooth" type; it is found in the mid-dorsal part of tergites, V, VI, VII, and all of the VIIIth and IXth tergites. The posterior part of the IXth tergite is covered with longer setae than those found on the other tergites. This is quite expected as this part is very near to both the rectal and genital openings, and the hairs serve a tactile function.

h) The abdominal sternites

The abdominal sternites have numerous pits of the type described on the head. However, the setae of these pits point posteriorly, in contrast to the anterior ones of the head.

In addition to the pits, the 2nd, 3rd, 4th, 5th and 6th abdominal sternites each bears 4 trichobothria, 2 on either side posterior to the spiracular openings. No sections were obtained through these, and their function is unknown; however, their long setae arouse the suspicion of a sensory function.

The ninth abdominal sternite in the adult female bears on its posterior as well as its inner lateral ends, several medium-sized setae of the sensory type found on the tibia. The rest is of the typical sternite ornamentation.

The thickness of the cuticle varies greatly in the same sternite as well as between different sternites.

i) The paratergites

The paratergites are in their surface features, exactly like the abdominal sternites, except that the diameter of the pits on their surface is about twice as great as that of the ones on the head, or the abdominal sternites. There are several pits per segment, and the degree of sclerotization is different in each segment.

j) The anal ring

The anal ring is covered with comparatively long slender setae that are tactile in function. They are arranged along both margins of the posterior half of the ring.

k) The female external genitalia

The female genital opening is slit-like, and extends the length of the 8th abdominal sternite. Along its extreme posterior margins are medium-sized, probably sensory, setae.

l) The legs

The coxae move easily in the sternal sockets (coxo-pleurites). Their movement is free in the plane that runs parallel to the body in an antero-posterior direction. Surface features on the coxae afford no interest from the toxicological point of view. However, the coxal articulation with the pleuron affords a very quick means of entry of chemicals, in the form of liquids and fine dusts between the pleuron and the coxa. This results in an intimate contact between these chemicals and the coxal corium.

The trochanter, too, does not show any interesting surface features such as spines, setae or sensory hairs, but the articular membrane joining the trochanter and coxa is very well exposed on the outer lateral side, while guarded by a sort of evagination of the distal part of the coxa with which the trochanter articulates at two points. This evagination is not very tight around the base of the trochanter, so that it allows liquids and fine dusts to collect inside this funnel-like articulation. The dusts, especially, cause the abrasion of the articular membrane at the joints, thereby making possible the entry of poisons, as well as the evaporation of water from the insect's body (Wigglesworth, 1947).

Fig. 11 & 12. Metathoracic legs of adults (whole mount)

The femur does not display interesting outside features, and is almost devoid of any cuticular outgrowth.

The tibia of the fore leg is armed at its distal ventral end with three strong short peg-like setae, and a row of very bristles forming a comblike structure. Opposite these are four prominences, two of which are empty sockets, alternating with two others that bear no sharp outgrowths (Fig. 14). Between these two sets of outgrowths there are rows of fine setae very much similar to those found on the ventral surface of he first and second tarsal segments. On the whole length of the femur are large numbers of pointed pegs and setae set in longitudinal rows. The setae are of varying length and thickness.

Histological examination of the pegs indicates a probable sensory function.

On the anterior tibia, and on its ventrad surface, there is an inclined triple U-shaped prong or fork which, according to Weber (1930) is termed "Fühler Borste", or "antennary bristle".

On the tibia and the femur (especially of the meso-, and metathoracic legs) are groups of dark spots, which upon some magnification appear as dark, tanned areas of the cuticle in which are a number of more or less circular figures. Sections through these areas show that they are points of muscle attachment on the exoskeleton of the leg called tonofibrillae. These tonofibrillae can be seen extending to the dark cuticular markings. The number of circles in each dark spot corresponds to the number of fascicles in the individual muscle attached to it (Fig. 13). In all of the nymphal stages of this hemipteron, these dark spots are not apparent. In some whole mounts of legs that have been cleared in sodium benzoate or in benzene, the muscles of the femur (especially), and tibia can be see by transparency. A very large trachea runs spirally inside the femur and the tibia, and gives off a number of branches especially to the femoral muscles. The muscles occupy almost all the cavity in the femur and the tibia. The tarsi are three-segmented in the adults, and have well developed pretarsi. On their ventral surfaces, the first and second segments bear longitudinal rows of thin, densely packed setae of medium length.

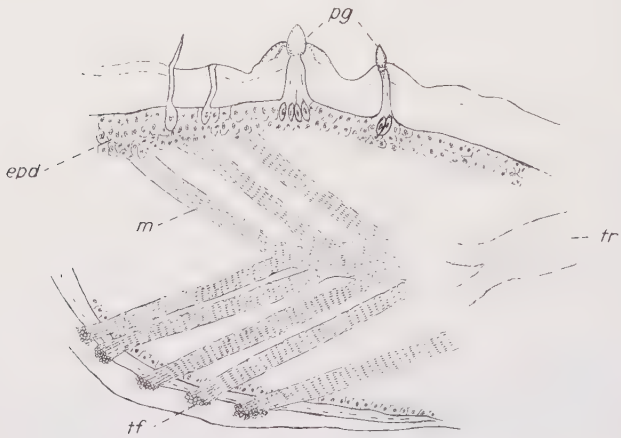


Fig. 13. Tibia of metathoracic leg (cross section)

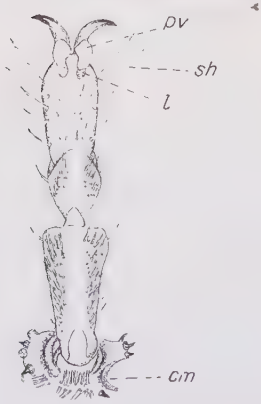


Fig. 14. Tarsus and pretarsus (whole mount)

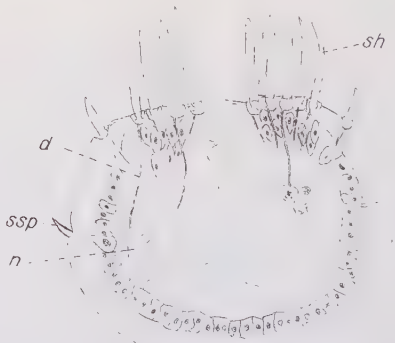


Fig. 15. Tarsus (cross section)

The thinness of their walls and the fact that their sensory cells are very closely packed in a tight space indicate a probable chemoreceptor function (Figs. 14, 15).

On the dorsal and lateral sides of the first and second segments of the adult tarsi, however, very few of these setae are found. This also holds

true in the case of the third tarsal segment which is very sparsely covered on its ventral side by the type of setae just described, but has on the dorsal and lateral sides much longer ones that are slightly curved at their tips (Fig. 14). These are the so-called "sensory hairs" (WEBER, 1930).

The pretarsus is composed of chitinized, undulated, sclerotized pulvilli, developed auxilia, and a strong pair of claws (Fig. 14).

V. Experimental

MATERIALS AND METHODS

The second half of the work consisted of the experimental application of parathion at eleven different points on the insect's body. A total of 550 experimental animals were tested in this work. There were five replicates of ten insects each for the eleven different points of application. In addition 550 controls were run against the experimentals.

In order to have a sufficiently large number of individuals of *E. integriceps* on which to perform the insecticidal experiments, it was decided to collect the eggs of this insect from the field and keep them in cold storage. Then, as they were needed, batches of 150—200 eggs were taken from the refrigerator, placed in an incubator, where in a few days hatching started and the newly born nymphs were fed on wheat planted in flats for this purpose. Attempts to breed the insect from collected eggs were not successful, however. This project was therefore abandoned and the material on which the tests were carried out was collected in the ROUJ VALLEY (SYRIA) on 9/6/54 from a small wheat field. About 6000 to 6500 adults were collected and placed in three insect-rearing cages together with some wheat ears and straw.

The entire apparatus was brought to the laboratory. Here the insects were freshly supplied with food and water. The food consisted of (a) fresh ears of wheat which were placed in water, and (b) a 0,5% glucose solution in distilled water which was placed in a petri dish in which some absorbent cotton was soaked to provide a feeding-place for the bugs. Another petri dish contained absorbent cotton soaked with tap water. The insects refused to feed on the wheat or drink from the solution or the tap water[4]).

Parathion droplets were obtained by using a syringe-micrometer attachment. This consisted of a 1 cc. tuberculin syringe graduated to .Ol ml. The piston was pushed by a fine micrometer screw. The syringe was fitted with a 27 gauge needle, on which was cemented a bent capillary glass point, drawn very fine to further reduce the gauge. Very fine uniform droplets were obtained by this apparatus. The syringe-micrometer attachment was held by a clamp that could be rotated horizontally or vertically so that the tip of the glass point could be made to touch any locus on the insect's body.

[4]) Only on one occasion was it noticed that one insect sucked some tap water. Most of the insects climbed on the wire screen or on the wheat ears, without paying any attention to the food or water.

At any rate, in nature, these insects stop feeding as soon as the wheat grain passes from the "milk stage" to the mature stage. They remain without taking food all summer, autumn, winter, and part of early spring. When they come down to the wheat fields from their higher hibernating quarters in the spring these adults would have depleted their fat body reserves (STROGAYA, 1950). They feed on the young wheat, barley or oats for ten to fifteen days after which time they become sexually mature.

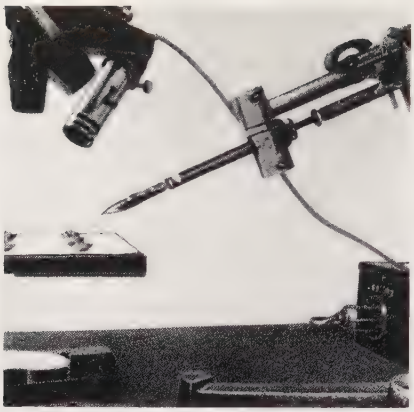


Fig. 16. Micrometer-syringe attachment

This was accomplished with the help of a binocular dissecting microscope (Fig. 16).

The average weight of one droplet obtained by this apparatus was 8 μgm. (one hundred drops weighed), and the parathion was 98% pure. One droplet was used per treated insect in all the eleven different treatments given in Table I.

For the different treatments the insects were stuck on paper cards by means of rubber cement. Batches of ten adults were subjected to one treatment. Each treatment was attempted five times giving a total of fifty individuals per treatment. The different loci treated together with the LT_{50}'s are found in Table I. This table not only indicates the median lethal time in hours for each of the five replicates but gives the percentage death in the control at the time when 50% of the experimentals had died.

The next table (Table II) indicates the analysis of variance of LT_{50} (in hours) for the treatment groups to determine if the difference between the treated groups were significant or due to chance.

This method attempts to partition the variance as to cause. The column headed by M S is comparable to variance (V or s^2) and is obtained by dividing the column SS by Df. The symbol SS literally means sum of squares, or sum of squares of diviations of individual values from their mean according to the following formula:

$$SS = \sum x^2 = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

The symbol Df refers to degress of freedom or number of independent comparisons. It is usually one less than the number of items. Thus in this example the total number of items was 55 and the number of treatment groups was eleven. Of the 54 degrees of freedom for total, 10 were between treatments and 44 were within treatment groups.

The test for significance in this analysis is known as the "f" test. This is the ratio of the error term (variation within the treatment groups) divided into the variance due to treatment Theoretically if treatment did not affect the groups we should expect a ratio of 1:1. The probability of obtaining a ratio larger than this can be read from tables found in textbooks of statistics such as SNEDECOR (1946). The "f" value, in this case, was $322.519/18.032 = 17.88$, which indicates a very high significance that can be attributed to treatments.

Table III gives the statistical constants of the experimental lots. This table indicates the locus of treatment, numbers of insects included, average length of life ($\bar{m}$), standard deviation (δ), and the standard error of the mean (δ_m). The mean length of life was calculated by the short method,

$$\bar{m} = a + i\frac{(\sum fd')}{n}$$

The standard deviation was calculated from the formula

$$\delta = i\sqrt{\sum fd'^2 - \frac{(\sum fa')^2}{n}}$$

and the standard error of the mean was calculated from the formula

$$\delta_m = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

Table 1. Median lethal times for the treatment of different loci on adults of *E. integriceps* Put.

Locus of treatment	LT_{50} in hrs.	D.C.*	Locus of treatment	LT_{50} in hrs.	D.C.*
1. Tip of proboscis	a. 0.53	0%	7. 6th abdominal	a. 10.66	10%
	b. 0.41	0%		b. 10	10%
	c. 1	0%		c. 9.50	0%
	d. 1.13	0%		d. 21	0%
	e. 1.41	0%		e. 12.66	0%
	av. 0.896	0%		av. 12.76	4%
2. Coxopleurite	a. 1.5	0%	8. 6th abdominal tergite	a. 12.75	0%
	b. 1	0%		b. 6	40%
	c. 3.33	0%		c. 15.66	0%
	d. 1.25	0%		d. 27	30%
	e. 4.75	0%		e. 18.66	0%
	av. 2.36	0%		av. 16.01	14%
3. Metathoracic tarsus	a. 5.1	0%	9. 5th-6th intersegmental membrane of sternum	a. 9	0%
	b. 5	0%		b. 26	10%
	c. 7.8	0%		c. 25.5	10%
	d. 6	0%		d. 18.8	20%
	e. 7.66	0%		e. 14	0%
	av. 6.31	0%		av. 18.66	8%
4. 1st antennal segment	a. 4.33	0%	10. Vertex (of head)	a. 27.66	0%
	b. 8.16	0%		b. 16.4	0%
	c. 6.75	0%		c. 25.66	0%
	d. 10.66	0%		d. 20	0%
	e. 5.83	0%		e. 20.5	0%
	av. 7.14	0%		av. 22.04	0%
5. External genitalia of the female	a. 6	0%	11. Scutellum	a. 28.66	10%
	b. 8.1	0%		b. 23	10%
	c. 7	0%		c. 22.66	0%
	d. 8.2	10%		d. 25.66	0%
	e. 7	0%		e. 27.33	0%
	av. 7.26	2%		av. 25.46	4%
6. 6th abdominal spiracle	a. 7.5	10%			
	b. 7.6	10%			
	c. 8.75	0%			
	d. 9	0%			
	e. 20	30%			
	av. 10.57	10%			

*) D. C. = The percentage death in the controls when the LT_{50} was recorded for each separate replicate.

VI. Discussion and conclusion

The present study attempts to correlate the cuticular composition and the exoskeletal features of *Eurygaster intergriceps* with their role in the ventry and speed of action of parathion. The experimental work has been divided into two categories, viz., (1) histological examination of tissues, particularly sensory hairs and other periphal sense organs, and (2) experimental application of parathion droplets at eleven different points on the insect's body.

The entry of parathion into the body of this insect causes clear-cut external symptoms of muscular non-coordination, excitation, convulsions, and paralysis. These definite physiological reactions take place in the sequence enumerated, terminating in the death of the insect. This latter event was taken as the criterion in judging the speed of entry of the insecticide into the different exoskeletal areas treated. The speed of penetration of parathion at the different points of application is hereafter termed their "effectiveness".

Table 2. Analysis of variance of LT_{50} (in hrs.) for the treatment groups

Source	Df.	SS.	MS.
Total	54	4 018.62	
Treatments	10	3 225.19	322.519**
Within treatments	44	793.43	18.032

Table 3. Statistical Constants of the experimental Lots.

	Lot	n*	$\bar{m}$	σ	$\sigma_{\bar{m}}$
1	Tip of proboscis	49	1.71	1.2	0.17
2	Coxopleurite	49	3.61	4.23	0.604
3	Metathoracic tarsus	50	7.44	5.34	0.752
4	Female external genitalia	50	9.6	7.23	1.02
5	First antennal segment	50	10.54	9.60	1.35
6	Sixth abdominal spiracle	47	12.06	7.2	1.05
7	Sixth abdominal sternite	46	15.1	7.78	1.15
8	Sixth abdominal tergite	48	17.6	8.74	1.26
9	Fifth-sixth intersegmental membrane of the sternum	47	19.12	12.97	1.89
10	Vertex of (head)	49	22.89	8.22	1.17
11	Scutellum	48	27.91	7.83	1.13
12	Control	48	64.12	56.24	8.12

*) A few insects were able to free themselves from the cards on which they were stuck; others were not affected by the treatment and had to be neglected.

As has been indicated earlier, Table II shows the highly significant difference between the treated groups as compared to the variation within the groups (Probability 0.01). This is evidence that the treatments significantly lowered the LT_{50}'s of the treated lots. Further reference to Table I shows the order of "effectiveness" of the eleven different loci treated. These loci are given again below in order of decreasing effectiveness for the LT_{50}'s:

1. tip of proboscis
2. coxopleurite
3. metathoracic tarsi
4. first antennal segment
5. female external genitalia
6. sixth abdominal spiracle
7. sixth abdominal sternite
8. sixth abdominal tergite
9. fifth-sixth intersegmental membrane of the sternum
10. vertex of head
11. scutellum

This is almost exactly the "effectiveness" indicated in Table IV which is based on the significance of the difference between means calculated for "t" values by Student's method.[5]) The only difference is in the third category (Group III). The "effectiveness" of the female external genitalia and first antennal segment is reversed in the latter table.

[5]) The arbitrary limit of statistical significance has been taken at $P = 0.05$. This indicates a "t" value of approximately 2.0.

Table IV, however, indicates the following:

1. The "effectiveness" of the tip of the proboscis was highest in permitting the penetration of liquid parathion as proved by the onset of its physiological effect. It constituted the only locus in Group I (Table IV).

2. This was followed by the area of the coxopleurite, which constituted Group II.

3. Group III included the metathoracic tarsi, the female external genitalia, the first antennal segment, and the sixth abdominal spiracle.

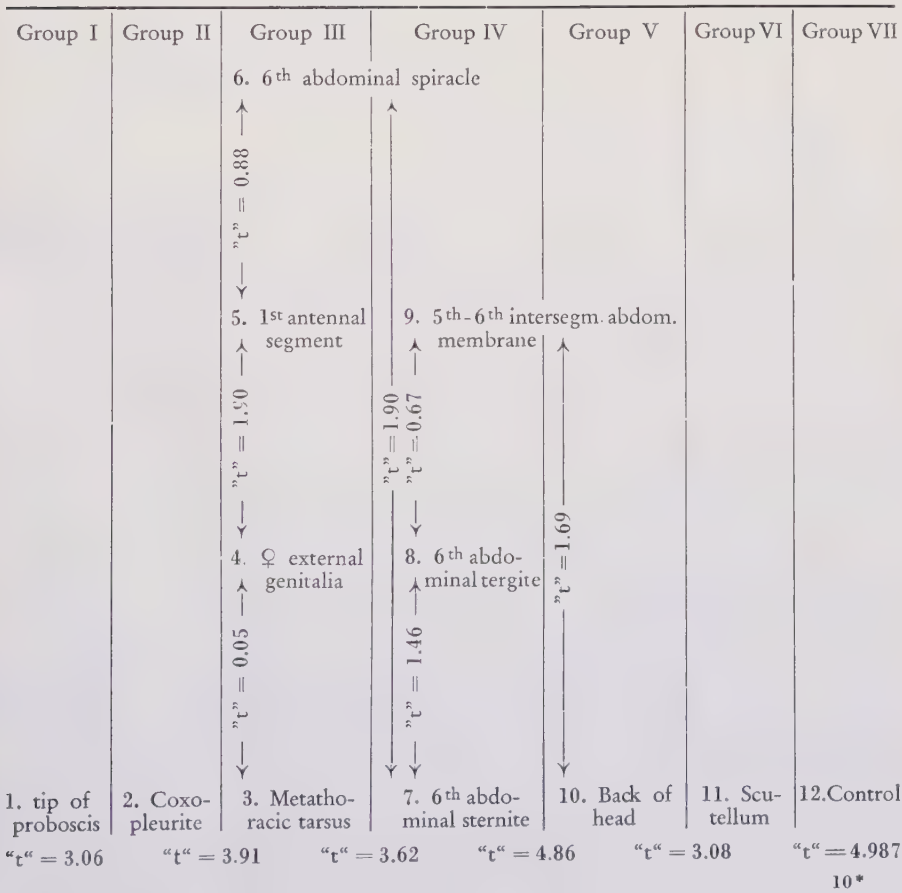
4. Next, the sixth abdominal sternite, the sixth abdominal tergite, and the fifth-sixth intersegmental membrane were included in Group IV.

5. Group V included the back of the head, and

6. Group VI comprised the scutellum, which showed the least "effectiveness" of all of the treated areas.

7. The Control was placed in Group VII because its "t" value with the scutellum (4.987) was greater than the "t" value between any two experimental groups.

Table 4. Groups of "Effectiveness" and "f" Values between Groups



However, the "t" values between (1) the sixth abdominal spiracle and the sixth abdominal sternite, and (2) the fifth-sixth intersegmental membrane of the abdomen and the back of the head show no significant differences, so that Groups III, IV, and V to some extent merge into one another. For this reason it is possible to divide the seven categories into five more comprehensive divisions namely: highly effective, Group I; effective, Group II; moderately effective, Group III, IV, and V; slightly effective, Group VI; and finally, the Control, Group VII.

In view of the results obtained from the different treatments, and the reports in the literature on the importance of cuticular thickness as a factor in allowing the penetration of insecticides, it was decided to measure the thickness of the cuticle in the areas treated. The results are given in Table V. Two areas were not included, viz., the 5th—6th intersegmental sternal membrane and the 6th abdominal spiracle. The first could not be clearly defined in the sections, while the second was tested only to find out whether the insecticide when placed in the spiracular opening will act as a fumigant.

Table 5. Mean cuticular thickness and average length of life of the experimental lots and the coeff. of Correl. derived therefrom

Locus	X (thickness)	Y (time)	XY	X^2	Y^2
Scutellum	78.36	27.91	2187.82	6140.28	778.96
back of head	59.61	22.89	1364.47	3553.35	523.95
6th abd. sternite	35.15	15.10	576.06	1455.42	228.01
6th abd. tergite	32.63	17.60	574.28	1064.71	309.76
female extern. genitalia	22.46	9.60	215.61	504.45	92.16
coxopleurite	19.52	3.61	70.46	381.03	13.03
1st antenn. segm.	16.11	10.54	169.79	259.53	111.09
metathor. tarsi	14.33	7.44	106.61	205.35	55.35
Tip of Proboscis.	10.44	1.71	17.85	108.99	2.92

$N = 9 \quad \sum X = 291.61 \quad \sum X = 116.40 \quad \sum XY = 5282.15 \quad \sum X^2 = 13673.11 \quad \sum Y^2 = 2115.23$
$(\sum X)^2 = 85030.56 \quad (\sum Y)^2 = 13548.96 \quad r_{XY} = 0.865$

The results recorded in Table IV and V point out that both the thickness of the cuticle as well as the distance of a locus from the thoraco-abdominal ganglion were very important in deciding the necessary time for the penetration and action of liquid parathion.

The tip of the proboscis has an average cuticular thickness of 10.44 μ. It has a lining of columnar epithelium and is covered distally by an dense mass of fine chemoreceptors, or "taste hairs", that are highly innervated. Taste perception requires that the substance to be tasted should be in solution (HEILBRUNN, 1952), and since the parathion was applied as fat-soluble droplets, it could quickly enter these hairs. If the substance is distasteful, an avoidance reaction will follow. Otherwise, it will be sucked in. During the experiments it was not possible to treat the tip of the proboscis without touching the hairs. In fact, the contact of liquid parathion with these hairs was constantly observed to have stimulated the functioning of the buccal apparatus of the treated individuals. Due to the low surface tension of liquid parathion, the insecticide spread over

the area of application, reached the food channel, and was sucked in. This fact is responsible for the very quick action of parathion on this locus, more so than the fact that it is thinner than any other locus measured. The effectiveness of this locus is more than could be accounted for as a result of cuticular thickness.

Though the cuticular thickness of the wall of the coxopleural area was found to be greater than that of the tarsi or the first antennal segment, this locus was much more "effective" than any other locus in Groups III—VII (Table IV). In all cases when parathion droplets were applied at the base of the coxa, the insects moved their legs in an excited manner, and helped the quick conveyance of the insecticide to the coxopleural articular membranes, i. e., the coxal corium. This resulted in quick contact with an extremely large, and highly important nerve center, leading to paralysis and death. Therefore, the position of part of the fused thoraco-abdominal ganglion, directly underneath the coxopleural cavity of the legs, and the quick penetration of parathion into the coxal cavity may well account for the effectiveness of this locus in spite of its cuticular thickness.

The metathoracic tarsi were third in "effectiveness". Their cuticle was next to the tip of the proboscis in thickness. The effectiveness of this locus can probably be explained by the presence of many hairs having thin walls that permit the quick entry and diffusion of parathion to the nerve branch to which their sense cells are connected (Figs. 14, 15).

The penetration of the insecticide at the female external genitalia was undoubtedly facilitated by the presence of sensory hairs at its posterior margin as well as by direct contact with the inner cuticular layers of the vagina and their connection with the tenth nerve that innervates the genital organs (Trukhanov, 1947). Next in effectiveness were the first antennal segment and the 6th abdominal spiracle. However, the "t" values for the four loci in Group III do not show any statistically significant differences. A comparison of the 6th abdominal spiracle with its sternite gave an insignificant "t" value. This showed that the chemical did not act like a fumigant under the conditions of the experiment, or that the insect was capable of occluding the tracheal trunk leading from the 6th abdominal spiracle (Weber, 1930).

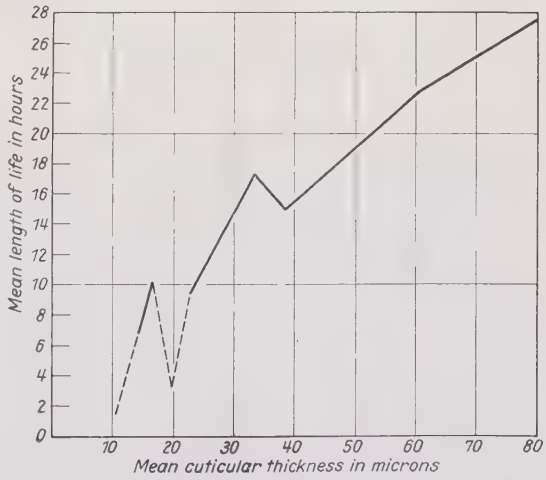


Fig. 17. Graph showing the relationship of the lenght of life in hours and cuticular thickness in microns

The three loci of application in Group IV failed to show any statistically significant values for "t".

However, the cuticular thickness of the head region was 5.7 times greater than that of the tip of the proboscis, while the mean length of time required to kill the insects was 13.4 times greater.

The scutellum also indicates a correlation between cuticular thickness and the corresponding length of time required to kill the treated insects.

For this reason a graph was plotted using cuticular thickness as the abscissa, and the mean length of life as the ordinate. The result is shown in figure 17. Only the "tip of proboscis" and the "coxopleurite" showed irregular values when plotted against cuticular thickness.

Therefore, a test for correlation between the thickness of the cuticle at a given locus and the mean length of time required for complete kill was run to find out if any significant correlation exists between two variables, including the two irregular loci in one case (Table V), and excluding them in the next (Table VI).

The coefficient of correlation has been calculated according to the following formula from GOULDEN (1952):

$$r_{XY} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2]\,[N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

When the data in Table V were plotted, the value of "r" for 7 degrees of freedom was found to be 0.865. Reference to the table of correlation coefficients (SNEDECOR, 1946) shows that the relation is highly significant.

Table 6. Statistical Constants excluding "tip of proboscis" and "coxopleurite"

N = 7	$\sum X$ 261.65	$\sum Y$ 111.08	$\sum XY$ 5193.84	$\sum X^2$ 13183.09	$\sum Y^2$ 2099.28
	$(\sum X)^2$ 68460.72	$(\sum Y)^2$ 12338.76	$r_{XY} = 0.976$		

In table VI, the two irregular loci were excluded. The data for the remaining seven loci indicate a correlating coefficient of 0.976 which fits a linear regression exactly.

The data here given would tend to indicate that there is on the whole a close correlation between cuticular thickness and the entry and speed of action of parathion on *Eurygaster*. Certain striking exceptions to this rule occur, probably due to the unusual vulnerability of certain regions which are in direct contact with vital internal systems or organs. This in no way precludes the possibility that factors other than cuticular thickness play a role in the effectiveness of the poison.

Summary

1. This work attempts to correlate the cuticular composition and the exoskeletal features of *Eurygaster integriceps* with their role in the entry and speed of action of parathion.

2. In beginning this work, the first few weeks were spent in the detailed, microscopical examination of tissues, particularly sensory hairs and other peripheral sense organs.

3. The second half of the work consisted of the experimental application of parathion at eleven different points on the insect's body.

4. Parathion droplets were obtained by using a syringe-micrometer attachment. The average weight of one droplet obtained by this apparatus was 8 µgm. (one hundred drops weighed), and the parathion was 98% pure.

5. Batches of ten adults were subjected to one treatment. Each treatment was attempted five times giving a total of fifty individuals per treatment.

6. The analysis of variance of LT_{50} indicates a very high significance that can be attributed to treatments.

7. The speed of penetration of parathion at the eleven different loci was termed their "effectiveness".

8. There were seven categories of effectiveness, viz.,

a. The effectiveness of the tip of the proboscis was highest in permitting the penetration of liquid parathion as proved by the onset of its physiological effects. It constituted the only locus in the first category.
b. The effectiveness of the coxopleurite was much greater than any other locus in groups III—VII.
c. The third category included the metathoracic tarsi, the female external genitalia, the first antennal segment, and the sixth abdominal spiracle.
d. Next, the sixth abdominal sternite, the sixth abdominal tergite, and the fifth-sixth intersegmental membrane were included in the fourth category.
e. Group V included the back of the head, and
f. Group VI comprised the scutellum which showed the least effectiveness of all the treated areas.
g. The control was placed in group VII because its "t" value with the scutellum (4.987) was greater than the "t" value between any two experimental groups.

9. The significance of the difference between means was calculated for "t" values by student's Method.

10. A graph was plotted using cuticular thickness as the abscissa and the mean length of life as the ordinate.

11. The tip of proboscis and the coxopleurite showed irregular values when plotted against cuticular thickness.

12. The coefficient of correlation between cuticular thickness and mean length of life indicated a value of 0.865 which is highly significant.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit untersucht die Beschaffenheit der Cuticula und Teile des Außenskelettes der Getreidewanze, *Eurygaster integriceps* Put., im Hinblick auf Eindringen und Wirksamkeit von Parathion.

Nach eingehenden mikroskopischen Untersuchungen der Gewebe und der peripheren Sinnesorgane wurde die Wirkung von 98%igem Parathion an 11 verschiedenen Körperstellen geprüft. Hierzu wurden jeweils 10 Imagines herangezogen und jeder Versuch in 5facher Wiederholung, also mit 50 Tieren, durchgeführt.

Die unterschiedliche Eindringgeschwindigkeit des Giftes an den 11 überprüften Körperstellen führte hinsichtlich der Wirkung zur Aufstellung von 7 Gruppen.

Die gewonnenen Ergebnisse wurden statistisch ausgewertet und durch die „t"-Wert-Berechnung erhärtet. Sie zeigten eine gesicherte Beziehung zwischen Absterbegeschwindigkeit und Cuticuladicke.

Acknowledgement

Sincere thanks are due to the following gentlemen, who have helped me in different ways in realizing this work, Profs. K. CHRISTIANSEN, S. W. EDGECOMBE, J. MIRHIJ, M. SHELTON, H. M. SMITH, and H. A. EL-TOBGY.

Bibliography

1. ADLE, A. H.: Persia Insect Pests. International Review of Agriculture, XXIII (1) Rome, 1932.
2. ALEKSEEV, YA. A.: The biological Control of the noxious Corn Bug *E. integriceps* Put. by means of Egg Parasites. Bull. Plt. Protection 4, 81—88. Leningrad, 1940. Abstract in English R.A.E. (A) **30**, 299—300, 1942.
3. ALEXANDROV, N.: *Eurygaster integriceps* Put. à varamine et ses parasites. Entom. et phytophat. appliquées. (5, 6, 7, 8) Tehran, 1948.
4. ARMSTRONG, G., F. R. BRADBURY, and H. STANDEN: The Penetration of the Insect Cuticle by Isomers of Benzene Hexachloride Ann. appl. Biol. **38**, 3, 555—556, London, 1951. R.A.E. (A) **40**, 37, 1952.
5. BALACHOWSKY, A., et L. MESNIL: Les Insectes nuisibles aux Plantes cultivées p. 1093—6. L. Mery, ed. Paris, 1935.
6. BALL, H. J., and S. D. BECK: The Role of the Circulatory and Nervous Systems in the toxic Action of Parathion; J. Econ. Ent. **44**, 4, 558—564, 1951.

6a. J. BREDENKAMP: Zur Kenntnis der Wirkungsweise der Kontaktgifte mit besonderer Berücksichtigung der Permiabilität der Insektenkutikula. Z. ang. Ent. **28**, 519—549, Berlin, 1941.

7. Distribution Maps of Insect Pests. *Eurygaster integriceps*, Put. (40) Commonwealth Institute of Entomology. London, 1954.
8. DRESDEN, D., and B. J. KRIJSMAN: Physiological Action of Contact Insecticides. Bull. ent. Res. **38**, 575—578, 1948.
9. FEDOTOV, D. M.: Relations between *E. integriceps* and Phasiid Flies parasitic on the Bug, and Phasiids as Means for controlling it. C. R. Acad. Sci. URSS (N. S.) **43**, 3, 134—136 Moscow, 1944. Abstracted R.A.E. (A) **33**, 301—302, 1945.
10. FERNANDO, H. E., C. C. ROAN and C. W. KEARNS: The Penetration and Metabolism of organic Phosphates in the American Roach, *Periplaneta americana* (Linn.) Ann. ent. Soc. Amer. **44**, 1951 4, pp 551—565, Columbus, Ohio, 1952. R.A.E. (A) **40** pp 386—7, 1952.
11. FISHER, R. W.: The Importance of the Locus of Application on the Effectiveness of DDT for the House Fly, *Musca domestica* L. (Diptera : Muscidae) Canadian J. of Zoology, **30**, 254—266. August, 1952.
12. GOULDEN, C. H.: Methods of Statistical Analysis. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1952.
13. HEILBRUNN, L. V.: An Outline of General Physiology. pp. 671—673. W. B. Saunders Co., 3rd ed. Philadelphia, 1952.
14. HIBRAWI, M.: Contribution a l'étude biologique et systematique de *Eurygaster integriceps* Put. en Syrie. Rev. Path. Veg. Ent. Agri. **17**, 97—106, 1930.
15. HICKIN, N. E.: Mode of Entry of Contact Insecticides. Nature **516**, 753—754, 1945.
16. KLINGER, H.: Die insektizid Wirkung von Pyrethrum und Derrisgiften und ihre Abhängigkeit vom Insektenkörper. Arb. physiol. angew. Entom. Berl. **3**, 1—3, 49—69, 115—151, 1936. R.A.E. (A) **24**, 454—456, 1936.
17. KRETOWICH, W. L., A. A. BUNDEL, and K. V. PSHENOVA: Mechanism of Wheat Injury by *E. integriceps* C. R. Acad. Sci. URSS (N.S.) **39**, 1, 31—33, Moscow, 1943. R.A.E. (A) **32**, 160—161, 1944.

18. Kretowich, W. L., and R. R. Tokarewa: Charakter and Identification of Injury to Grain by Pentatomids. Müllerei u. Elevatorwirtsch., 1940. R.A.E. (A) **31**, 38, 1943.
19. Kuznetzov, K. P.: The Effectiveness of Applications of certain Chemical Preparations in the Control of the Little Tortoise Bug. 1950 R.A.E. (A) **41**, 9—10, 1953.
20. Liang, H. M.: A new Method for staining Nerves and their endings using the Schiff reaction. Anat. Rec. **99**, 511, 1947.
21. McClung, R. J.: Microscopical Technique. p. 37 3rd ed. Paul B. Hoeber, Inc., New York, 1950.
22. Marushev, A. I., and K. P. Grivanov: The effect of Injuries caused by *Eurygaster integriceps* Put. on the baking properties of Wheat. Social Grain Fmg. **4**, 187—191 Saratov 1938 R.A.E. (A) **27**, 554—555, 1939.
23. Meir, N. F.: Parasites hatched in USSR in 1938—1939 out of the Eggs of the Corn Bug *E. integriceps* Osch. Bull. Plant Prot., 1940, **3**, 79—82, Leningrad, 1940. R.A.E. (A) **30**, 240, 1942.
24. — — Results of the Work of the Laboratory of biological Control at the Institute of Plant Protection. Lenin Acad. Sci., 121—124. Leningrad, 1940. R.A.E. (A) **29**, 582, 1941.
25. Metcalf, R. L.: Organic Insecticides. I[st] ed. Interscience Publishers, Inc., New York, 1955.
26. O'Kane, W., G. Walker, H. Guy, and O. Smith.: Reactions of Certain insects to controlled applications of various concentrated chemicals. New Hampshire Ag. Exp. Sta. Tech. Bull. **54**, 3—20, 1933.
27. — —, L. C. Glover R. L. Blickle, and B. M. Parker: Penetration of Certain Liquids through the Pronotum of the American Roach. Studies of Contact Insecticides XIV. New Hampshire. Ag. Exp. Sta. Tech. Bull. 74, 1940.
28. Paikin, D. M.: The Results of the Testing of Thiophos for the Control of the Noxious Little Tortoise, 1950. R.A.E. (A) **14**, 52, 1953.
29. Peredelskii, A. A.: Biological Foundations of the Theory and Practice of the Control of *E. integriceps*. Moscow, Akad. Nauk USSR **2**, 89—270, 1947. R.A.E. (A) **40**, 309—311, 1952.
30. Pfaff, W.: Investigation of the Construction of the Cuticle of Insects and of the Mechanism of Penetration by the Contact Insecticide E 605. Hofchen-Briefe **5**, 3, 93—160, 1952.
31. Potts, W. H. and F. L. Vanderplank. Mode of Entry of Contact Insecticides. Nature **156**, 112, 1945. Biol. Abst. **20**, Item 4002, 1946.
32. Richards, A. G.: The Integument of Arthropods p. 315—317. University of Minnesota Press, Minneapolis, 1951.
33. — —, and H. Y. Fan: Studies on Arthropod Cuticle V. The Variation in Permeability of Larval Cuticles of the Blowfly *Phormia regina*. Journ. Cell and Comp. Physiol. **33**, 2, 117—198, 1949. Biol. Abst. **24**, Item 5291, 1950.
34. Richardson, G. H., L. H. Glover and L. O. Ellisor: Penetration of Gaseous Pyridine, Piperidine and Nicotine into the Bodies of certain Insects. Science, **80**, 76—77, 1934.
35. Ricks, M. and W. M. Hoskins: Toxicity and Permeability. 2. The entrance of arsenic into larvae of the flesh fly, *Sarcophaga securifera*. Physiol. Zool., **21**, 258—272, 1948.
36. Robinson, G. G.: The penetration of pyrethrum through the cuticle of the tick, *Ornithodorus moubata* Murray (Argasidae) Parasitology, **34**, 1, 113—121, 1942.
37. Rubtzov, I. A.: On two Species of the Family Phasidae (Diptera) parasite on *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera). Rev. Ent. USSR, **28**, 3—4, pp. 85—199 Leningrad, 1947. R.A.E. (A) **36**, 241, 1948.
38. Savit, J., J. J. Kollros and J. M. Tobias: Measured Dose of y-BHC required to kill Flies and Cockroaches, and a Comparison with DDT. Proc. Soc. Exptl. Biol. and Med. **62**, 1, 44—48, 1946. Biol. Abst., **20**. Item 18888, 1946.
39. Shafer, G. D.: How Contact Insecticides kill. Part. 3. Michigan Agr. Coll. Expt. Sta. Tech. Bull. 21, 1915. R.A.E. (A) **3**, 691—2, 1915.
40. Skbortozov, A. A.: On the Permeability of Insect Integuments for Contact Insecticides. Advances Mod. Biol. 21, (2) pp 249—256, Moscow, 1946. R.A.E. (A) **37**, 43—4, 1948.

41. SNEDECOR, G. W.: Statistical Methods. Collegiate Press, Ames, Iowa, 1946.

42. SNODGRASS, R. E.: Principles of Insect Morphology. P. 69 McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, 1935.

43. STAROSTIN, S.: Control of *Eurygaster integriceps* Put. by Aircraft. Proc. Lenin Acad. Agric. Science, USSR 9, pp. 25—27, 1944. R.A.E. (A) **33**, 303—304, 1945.

44. TALHOUK, A. S.: The Effect of Parathion Dusts on *Eurygaster integriceps* Put. (Hem.). Bull. Ent. Res., **42**, 2, 375—377, London 1951. R.A.E. (A) **40**, 2, 1951.

45. — — Further Trials with Parathion Dusts against *Eurygaster integriceps* Put. (Hemipt., Pentatomidoe). Bull. Ent. Res., **45**, 3, 495—500, 1954.

46. TISCHLER, N.: Studies on how Derris kills Insects. J. Econ. Entom., **28**, 215—220, 1935. Biol. Abst., Item 6515, 1936.

47. TRUKHANOV, I. F.: Contribution to the Morphology of *E. integriceps*. Akad. Nauk. SSSR, **2**, 1, 10—34, Moscow 1947.

48. TZITOVICH, I. K. and SNITKO, Yu. S.: The Susceptibility of Phases of one Generation of *E. integriceps* to DDT. 1950. R.A.E. (A) **40**, 94—5, 1951.

49. VASILIEV, J. V.: La Tortuette nuisible *Eurygaster integriceps* (Osch.) Put. et les nouvelles Methodes de Lutte contre elle avec l'aide de ses Parasite du Monde des Insectes. Travaux Entomologiques du Comité Savant. Ministère d'Agriculture. St. Petersbourg, 1913.

50. WALL, G. L.: Hot Celloidin Technique for Animal Tissues. Stain Technology., **7**, 4, pp. 135—145, 1932.

51. WEBER, H.: Biologie der Hemiptern. Verlag von Julius Springer, Berlin, 1930.

52. WIESMANN, R.: Untersuchungen über das physiologische Verhalten von *Musca domestica* L. verschiedener provenienzen. Schweiz. Entomol. Gesell. Mitt., **20**, 5, 484—504, 1947.

53. — — Untersuchungen über die Eintrittspforten des Dichlordiphenyltrichloraethan (DDT) in den Insektenkörper. Verh. schweiz. naturf. Ges. *126*, 166—167, 1946. Aaran, 1946. R.A.E. (A) **37**, p. 115, 1949.

54. — — Die Eintrittspforten des p, p-Dichlordiphenyltrichlorathans am Insektenkörper. Mitt. schweiz. ent. Ges. **32**, 3, 257—291. Lausanne, 1949.

55. WIGGLESWORTH, V. B.: Some Notes on the integument of insects in relation to the entry of contact insecticides. Bull. Ent. Res., **33**, 3, 205—218, 1942.

56. — — The Site of Action of Inert Dusts on certain Beetles infesting Stored Products. Proc. Roy. Ent. Soc. London, **22**, 65—69, 1947.

57. — — The Insect Cuticle. Biol. Reviews, 23, pp. 408—451, 1948 a.

58. — — Mode of Action of new Insecticides. Rpt. fifth Commonwealth entomological Conference. London, 1948 b.

59. ZWÖLFER, W.: Beiträge zur Kenntnis der Schädlingsfauna Kleinasiens I. Z. ang. Ent., **17**, 227—252, Berlin, 1930.

Explanation of Abreviations

Abreviation	*Explanation*	*Abreviation*	*Explanation*
an	antennary nerve	odg	opening of dermal gland
cc	columnar cells	p	pit
cec	columnar epithelial cells	pg	peg
cm	comb	ps	protoplasmic strand
cp	conical projection	pv	pulvillus
d	terminal strand	s	seta
dg	dermal gland	sc	sense cell
end	endocuticle	sh	sensory hair
epd	epidermis	ss	sensory seta
exct	exocuticle	tar	tarsi
l	auxilia	tb	tibia
m	muscle	tf	tonofibrillae
n	nerve	tr	trachea

Aus dem Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim

Direktor: Prof. Dr. B. Rademacher

Arbeitsmethoden zu morphologischen und biologischen Untersuchungen von räuberischen Milben

Von Gudo Dosse

Wie schon früher berichtet (Dosse 1956), kommen auf Apfel- und Zwetschenbäumen als Spinnmilbenfeinde Vertreter aus den Familien *Raphignathidae* und *Phytoseiidae* vor. Die einzige Art aus der Familie *Raphignathidae* ist *Mediolata mali* Ewing, die in ihrer Form und Farbe so auffällig ist, daß sie nach einer einmaligen Bestimmung ohne weiteres von den Angehörigen der Familie *Phytoseiidae* unterschieden werden kann. Schon mit einer starken Lupe läßt sie sich ansprechen.

Bei den Vertretern aus der Familie *Phytoseiidae* stellen sich dem Erkennen im lebenden Zustande große Schwierigkeiten entgegen. Nur eine einzige Art, und zwar *Phytoseius macropilis* Banks, ist durch ihre säbelartig geformten, stark ausgebildeten Rückenhaare unter dem Binokular zu bestimmen, ohne daß eine mikroskopische Untersuchung erfolgen muß. Die übrigen auf Obstbäumen vorkommenden Raubmilben aus der Gattung *Typhlodromus* sind einander so ähnlich, daß es erst einer langen Übung bedarf, um einzelne Arten in lebendem Zustand mit Sicherheit von den andern zu unterscheiden.

Alle Typhlodromiden zeichnen sich durch eine länglich ovale Form aus. Ihre Farbe ist meist milchigweiß, wechselt aber bis ins Ockergelbliche. Ihre Gliedmaßen sind sehr lang, das Verhältnis untereinander ist bei den einzelnen Arten verschieden. Um sie einwandfrei determinieren zu können, ist man gezwungen, jeweils ein mikroskopisches Präparat anzufertigen. Und da auf einem Baum mehrere Raubmilbenarten nebeneinander vorkommen können, bedarf es großer mikroskopischer Reihenuntersuchungen, um die Artenzusammensetzung auf einem Obstbaum festzulegen.

Die bisher geläufigste Methode zur Bestimmung von Milben war das Einlegen in die verschiedensten Abarten der ursprünglichen Faure- bzw. Berlese-Lösung. Hierbei wurden die Tiere entweder vorher in Alkohol fixiert und dann anschließend in das Einbettungsgemisch überführt, oder direkt in lebendem Zustand in den Fauretropfen gebracht. In den Hohenheimer Untersuchungen wurde zur Bestimmung der Raubmilben nach beiden Verfahren gearbeitet, nur mit dem Unterschied, daß von der Benutzung der Faure-Lösung abgegangen wurde und statt dessen das von Heinze (1952) für Blattlausuntersuchungen empfohlene Polyvinylalkohol-Lactophenol-Gemisch Verwendung fand, weil dieses eine stärkere Aufhellung bewirkt.

Abb. 1. Siebröhrchen

Steht lebendes Material zur Verfügung, ist die zweite Methode gegeben. Die Körperanhänge strecken sich in der Einbettungsflüssigkeit, aber es besteht die Gefahr des Aufplatzens der eingelegten Tiere. Durch das Heraustreten des Körperinhaltes oder durch ungünstige Lagerung der Milben werden des öfteren einzelne Bestimmungsmerkmale verdeckt, so daß es nicht immer möglich ist, die Artzugehörigkeit aller Tiere zu ermitteln. Auf diese Weise hergestellte Präparate sind für ein längeres Aufbewahren denkbar ungeeignet. Im Laufe der Zeit hellt zwar das Innere des Körpers auf, jedoch wird die Ansprechbarkeit geringer, da sich die Kontraste immer mehr verlieren und die Konturen ineinander übergehen. Aus diesem Grunde wird die „Sofort-Einbettung" nur noch zur Schnelluntersuchung größerer Milbenreihen angewandt, um in kurzer Zeit einen Überblick über die auf einem Obstbaum lebenden Raubmilbenarten zu bekommen. Die auf diese Weise nicht einzuordnenden Exemplare werden nach Öffnen des Präparates durch Einlegen in eine mit Wasser gefüllte Petrischale andersartig behandelt. Hierauf wird noch zurückzukommen sein.

Bei Aufnahmen des Raubmilbenbesatzes auswärtiger Obstanlagen läßt es sich nicht umgehen, das gesammelte Material zu fixieren. Es wird dazu 80%iger Alkohol verwendet, in dem die Blätter mit den darauf befindlichen Milben konserviert werden. Vor der Untersuchung im Laboratorium werden die Blätter mehrmals in Alkohol abgeschüttelt und die Flüssigkeit durch ein feines Sieb gegossen. Hierzu dient die feinste Müllergaze (Nr. 25), die über ein Röhrchen mit aufgebörteltem Rand gespannt wird (Abb. 1). Nach Abtropfen des Alkohols wird die Müllergaze entfernt und in einer kleinen, mit Alkohol gefüllten Petrischale (Durchmesser 5 cm) ausgespült. Unter dem Binokular werden die Raubmilben herausgesammelt und direkt in ein Becherglas mit konzentrierter Milchsäure (ca. 90% D.A.B. 6) verbracht. Zum Auslesen von Milben aus Flüssigkeiten wird mit feinen Nadeln gearbeitet. Diese kann man sich selbst herstellen durch Einschmelzen feinster Insektennadeln (000) oder Minutienstiften in Glasstäbchen. Man kann aber auch das Röhrchen mit den darin befindlichen Milben aus dem Alkohol direkt in Milchsäure überführen, das Aussortieren erfolgt dann später. Auch frisch eingetragenes, im Laboratorium abgesammeltes Material sollte man in Alkohol fixieren und dann in Milchsäure weiterbehandeln, um gute Dauerpräparate zu erzielen.

Durch Erhitzen der Milchsäure im Wasserbad werden die Milben mazeriert. Dieser Prozeß nimmt verschieden lange Zeit in Anspruch, je nachdem, wie lange die Milben fixiert waren. Als Anhaltspunkt mag gesagt werden, daß die Mazeration bei mäßiger Flamme mehrere Stunden benötigt. Von Zeit zu Zeit kann man unter dem Binokular kontrollieren, ob die Milben den gewünschten Reinheitsgrad aufweisen und der Körperinhalt verschwunden ist. Bei den auf diese Weise behandelten Raubmilben bleibt nur das Skelett übrig, das vollkommen durchsichtig ist und auf dem sich alle Einzelheiten abzeichnen. Zur Anfertigung der Präparate wird der Inhalt des Becherglases wieder in eine kleine Petrischale umgegossen, aus der man die Milben leichter heraussuchen kann. Befinden sich die Milben noch in dem Röhrchen, muß man jetzt die Müllergaze entfernen und in einer kleinen, mit Milchsäure gefüllten Petrischale ausspülen. Das nun mit Poly-

vinylalkohol-Lactophenol-Gemisch angefertigte Präparat eignet sich bestens zur Untersuchung und Betrachtung im Phasenkontrast und Dunkelfeld.

Für Untersuchungen im Hellfeld gibt man der Milchsäure etwas Farbe zu. Am geeignetsten zur Anfärbung von Milben aller Art hat sich in den Hohenheimer Versuchen das Direkttiefschwarz der Serum-Abteilung der Farbenfabriken Bayer erwiesen, und zwar 25 mg in 50 ccm 96%igen Alkohols gelöst. Von dieser Farbe, die Heinze (1952) bereits für Blattlausuntersuchungen empfiehlt, gibt man einen kleinen Schuß in die Milchsäure und schüttelt gut durch, ehe man das Erhitzen beginnt. Bei der Verwendung von Direkttiefschwarz ist es günstiger, die Milben in dem Röhrchen zu belassen, bis sie ausmazeriert sind. Nach Abtropfen der mit Farbe versehenen Milchsäure spült man die Müllergaze in ungefärbter Milchsäure aus und kann jetzt die dunkelblau gefärbten Milben leicht erkennen und herauslesen. In der gefärbten Milchsäure heben sie sich nicht deutlich genug ab, und es bereitet Mühe, sie alle wiederzufinden. Die gefärbten Milben lassen im Präparat noch weit besser jedes Einzelmerkmal erkennen. Die Stärke der Färbung variiert von Art zu Art und muß jeweils durch Zwischenkontrollen ausgeprobt werden. Bei zu stark gefärbten Exemplaren läßt sich die Farbe durch nochmaliges Erhitzen der Tiere in klarer Milchsäure entfernen. Beim Einlegen stark gewölbter Raubmilben, besonders in mazeriertem Zustand, empfiehlt sich die Verwendung von Deckglassplittern.

Die bei der Schnellmethode nicht ansprechbaren Milben können nach dem Auflösen der Präparate in Wasser direkt in Milchsäure gebracht und dann mit oder ohne Farbe weiter verarbeitet werden.

Die wichtigsten Bestimmungsmerkmale bei den Raubmilben liegen in der Beborstung der Rückenplatte, und hier wieder nicht nur in der Anzahl, sondern auch in der Stellung der Borsten zueinander. Daher muß ein mikroskopisches Präparat die genannten Kennzeichen möglichst klar aufzeigen. Die beste Methode zur Erreichung dieses Zieles ist ein vorheriges Fixieren der Raubmilben in Alkohol mit anschließender Mazeration und Färbung. Die so hergestellten Präparate erwiesen sich für die systematisch-morphologischen Untersuchungen als am vorteilhaftesten.

Heinze (1952) empfiehlt als Vorbereitung des Einlegens von Blattläusen ein Entfetten in Alkohol 96% + Tetrachlorkohlenstoff im Verhältnis 1 : 1 über 1—4 Tage hinweg. Für Spinn- und Raubmilbenuntersuchungen brachte dieses Verfahren keinerlei Vorteile mit sich, im Gegenteil dauerte der Mazerationsprozeß in Milchsäure bei den so vorbehandelten Tieren wesentlich länger. Auch ein Verbringen der Milben ohne vorherige Alkohol-Fixierung direkt in Milchsäure ist unvorteilhaft, weil die Mazeration ebenfalls zu lange Zeit in Anspruch nimmt.

Diese hier für die Raubmilben beschriebenen Methoden gelten sinngemäß auch für die Phytophagen, müssen aber je nach der zu untersuchenden Art abgewandelt werden. Bei den Pflanzensaugern haben wir zum Teil wesentlich weichhäutigere Formen vor uns, z. B. die *Tetranychiden* und *Triophtydeus* sp. Die Mazeration in Milchsäure darf nur bei ganz schwacher Flamme erfolgen, sie kann bei frischen Exemplaren bereits nach ¼ Stunde beendet sein, und es bedarf einer laufenden Kontrolle. Es kann dafür keine einheitliche Richtlinie angegeben werden, da sich die Arten allzu unterschiedlich verhalten. Für alle weichhäutigen Formen trifft aber bei der Herstellung des Dauerpräparates die Notwendigkeit zu, Deckglassplitter zu verwenden, damit die Tiere nicht zusammengedrückt werden.

In den Vertretern der Gattungen *Brevipalpus* und *Tenuipalpus* haben wir es mit stark chitinisierten Arten zu tun, bei denen in bezug auf das Erhitzen und Einlegen keinerlei Schwierigkeiten zu befürchten sind. Auch ein überlanges Erhitzen bringt keine Beschädigungen mit sich, und beim Einlegen erübrigen sich die Deckglassplitter.

Für die Aufzucht phytophager Milben werden in der Literatur verschiedene Methoden genannt (Fritzsche, 1955). Relativ ortstreue und wenig bewegliche Arten lassen sich frei auf dem Blatt aufziehen, wenn dieses gegen die Anheftungsstelle mit einem Vaselinring isoliert ist. Diese Haltungsart hat sich bei *Tenuipalpus*- und *Brevipalpus*-Arten bewährt. Schwieriger ist es bei den Tetranychiden, wo die Gefahr besteht, daß sie sich vom Blatt fallen lassen oder abspinnen. Teilfragen lassen sich aber auch bei ihnen mit Hilfe dieser Methode lösen. Für Raubmilben kommt sie in Fortfall, da diese durch ihre große Beweglichkeit sich nicht auf einem Blatt frei halten lassen.

An Blättern angebrachte Kämmerchen, wie sie z. B. für Haltungsversuche von Blattläusen verwendet werden, eignen sich ebenfalls für verschiedene Milbenarten. Für die Raubmilben jedoch und die kleineren Phytophagen wie Staubmilben *(Triophtydeus* sp., *Brachytydeus* sp., *Lorryia* sp.) sind sie in der bisher vorliegenden Form nicht brauchbar. Sie schließen nicht so dicht gegen das Blatt ab, daß die jungen Entwicklungsstadien nicht entweichen könnten. Verstärkt man den Anklammerungsmechanismus so weit, daß diese Gefahr fortfällt, besteht die Möglichkeit einer Verletzung des Blattes.

In den biologischen Untersuchungen bei der Aufzucht der Raubmilben wurden diese Methoden erprobt und als nicht brauchbar gefunden. Als am besten kann das Arbeiten mit den sog. „Huffaker-Zellen" (Ballard, 1953, und Peterson, 1953) genannt werden, die in Amerika vielfach Anwendung finden. Es handelt sich um kleine Käfige, die aus 2 Glasplatten bestehen. Als Unterlage dient in den Hohenheimer Versuchen ein einfacher normaler Objektträger, auf den abwechselnd 5 Schichten Filtrierpapierstreifen und leichte Gaze gelegt werden, um eine Feuchtigkeitsregulierung herbeizuführen. Auf die oberste Schicht kommt ein Apfelblatt mit der Unterseite nach oben, und jetzt wird eine zweite Glasplatte von ca. 3 mm Höhe darübergelegt, in die ein kreisrundes Loch von ca. 10—13 mm Durchmesser gebohrt war. Der auf diese Weise entstandene Käfig wird mit einem Deckgläschen verschlossen und mit Hilfe von Gummiringen zusammengehalten

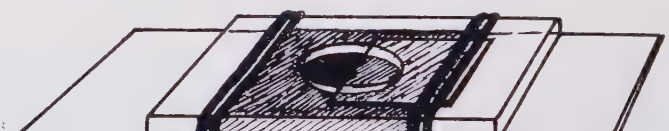


Abb. 2. Zuchtkäfig

(Abb. 2). Diese Käfige sind so dicht verschlossen, daß ein Entweichen der Milben unmöglich ist. In der gewonnenen Zuchtkammer kann man mit jeder phytophagen Milbe wie auch mit Raubmilben arbeiten. Die grünen Blätter halten sich 3—8 Tage frisch, wenn man täglich das Filtrierpapier von der Seite her anfeuchtet. Es empfiehlt sich, auch wenn das Blatt noch

nicht welk ist, die zu beobachtenden Milben alle 2—3 Tage auf ein frisches Blatt umzusetzen. Am günstigsten gestaltet sich die Aufzucht von Milben auf glatten, haarlosen Blättern, auf denen man die Exuvien ohne große Schwierigkeiten auffinden kann. Sind dagegen die Blätter stark behaart, ist es oft schwer, die zwischen den Haaren versteckt liegenden Häute zu entdecken. Unter dem Binokular lassen sich diese Käfige ohne weiteres überblicken und durchmustern. Der Nachteil dieser Methode liegt darin, daß man das Blatt von der Pflanze abtrennen muß und so dessen physiologischen Zustand verändert.

Da beim Durchbohren des Glases die Ränder nicht vollkommen glatt sind, sondern mehr oder weniger große Aussplitterungen zeigen, nimmt man besser kleine Scheiben aus Plexiglas, die leicht glattrandig durchbohrt werden können. Dadurch vermeidet man, daß die Jungmilben sich unter den Glasausbuchtungen verstecken können. Die Plexiglasscheiben sind zwar etwas teurer, bieten aber durch erleichtertes Arbeiten erhebliche Vorteile. Auch braucht man als Verschluß der Käfige kein Deckgläschen zu nehmen, sondern kann sich mit einer Folie helfen. Hierbei ergibt sich noch die Möglichkeit, die Abdeckfolie zum Zwecke des besseren Luftaustausches und zur Vermeidung von Schwitzwasser fein zu durchlöchern.

Das Umsetzen der Milben vom Blatt in die Kammer oder von einer Kammer zur anderen geschieht mit Hilfe eines Haarpinsels, den man ein klein wenig anfeuchtet, um die Milben an der Spitze festzuhalten. Bei zu trockenem Pinsel oder Verwendung einer Nadel besteht die Möglichkeit, daß die abgenommenen Milben nicht hängen bleiben, sondern fortlaufen. Diese Gefahr ist bei den Raubmilben besonders groß. Ist der Pinsel aber zu naß, so daß ein größerer Wassertropfen mit übertragen wird, kann eine phytophage Milbe leicht zugrunde gehen, da sie sich nicht schnell genug befreien kann. Raubmilben schadet ein Wassertropfen weniger. Am leichtesten und störungsfreiesten gestaltet sich die Übertragung von Eiern und Ruhestadien, bei denen man statt eines Pinsels auch eine feine Nadel zu Hilfe nehmen kann.

Diese „Kammermethode" bietet die Möglichkeit, den Lebensablauf einer Milbe genau zu verfolgen. Anfangs wurde in den Hohenheimer Versuchen auch die Aufzucht der Raubmilben auf diese Weise vorgenommen. In der Literatur wird die Ansicht vertreten, daß die Männchen der Raubmilben ein Entwicklungsstadium weniger durchlaufen als die Weibchen. Um diese Behauptung zu überprüfen, wurde von der Blattunterlage in den Käfigen abgegangen und an ihrer Stelle schwarzes Papier benutzt. Die hellen und durchsichtigen Exuvien heben sich von dem schwarzen Untergrund so gut ab, daß man sie nicht übersehen kann. Damit fällt der Faktor des Versteckthegens zwischen den Blatthaaren und des ev. Nichtauffindens der Häute fort.

Diese abgeänderte Methode gestattete gleichzeitig die Prüfung der Frage, ob sich die Raubmilben ausschließlich mit tierischer Nahrung großziehen lassen. Weiterhin konnten bestimmte Nahrungstiere gereicht werden unter Ausschluß jeglicher anderer unkontrollierbarer.

Mit Hilfe dieser Methode konnten die durch das Auswechseln des Blattes und des damit verbundenen Umsetzens der Tiere entstehenden Störungen vollkommen ausgeschaltet werden. Während der ganzen Versuchszeit konnte die Raubmilbe in ein und demselben Käfig gehalten werden, wenn man jeweils mit einem frisch abgelegten Ei eine neue Zuchtkammer

belegt. Bei der täglichen Fütterung der Raubmilben wurde die jeweils angebotene phytophage Art unter vorsichtigem Beiseiteschieben des Deckgläschens unter dem Binokular in die Käfige gegeben, ohne das zu beobachtende Exemplar selbst zu berühren. Diese Art der Milbenhaltung hat sich bestens bewährt. Die Frage einer ev. Blattnahrung kann natürlich bei dieser Versuchsanstellung nicht geklärt werden, da muß man auf die früher beschriebene Methode zurückgreifen.

Zusammenfassung

Von den erprobten Methoden zur Einbettung von Milben hat sich folgender Arbeitsgang am besten bewährt: Fixieren in 80%igem Alkohol, Mazeration in Milchsäure, die man im Wasserbad erhitzt, und Einlegen in Polyvinylalkohol-Lactophenol-Gemisch. Die so hergestellten Dauerpräparate eignen sich bestens für Phasenkontrast und Dunkelfeld. Für Untersuchungen im Hellfeld färbt man die Milben an, indem man der Milchsäure Direkttiefschwarz zugibt. Mit einzelnen Abweichungen führen diese Methoden bei phytophagen wie räuberischen Milben zum Ziel.

Für die biologischen Untersuchungen bei der Aufzucht von phytophagen Milben werden einige Methoden angegeben. Bei Raubmilben erwiesen sich die sog. „Huffaker-Zellen" in etwas abgeänderter Form als am geeignetsten. Ihre Herstellung wird beschrieben, und ihre Vor- und Nachteile werden diskutiert.

Summary

Of the methods tried for mounting predacious mites, the following was found to be the most successful: Fix in 80% alcohol, macerate in lactic acid heated on a water-bath and mount in polyvinyl alcohol-lactophenol medium. Preparations so made are most suitable for phase contrast and dark field examination. For examination with bright field illumination, the mites are stained by adding "Direkttiefschwarz" to the lactic acid. With modifications, this method is satisfactory for phytophygoos as well as predacious mites.

Literaturverzeichnis

Ballard, B. C.: A modification of the Huffaker cage for confining mites or small insects. — J. econ. Ent. **46**, 1099, 1953.

Dosse, G.: Über die Bedeutung der Raubmilben innerhalb der Spinnmilbenbiozönose auf Apfel. I. Grundsätzliches aus der Biologie räuberischer Milben. — Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem, **85**, 40—44, 1956.

— — Über die Entwicklung einiger Raubmilben bei verschiedenen Nahrungstieren (*Acar., Phytoseiidae*). — Pflanzenschutz-Ber. Wien **16**, 122—136, 1956.

Fritzsché, R.: Zur Methodik von Laboruntersuchungen an Spinnmilben *(Tetranychidae)*. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd. N. F. **9**, 199—203, 1955.

Heinze, K.: Polyvinylalkohol - Lactophenol - Gemisch als Einbettungsmittel für Blattläuse. — Naturwissenschaften **39**, 285—286, 1952.

Peterson, A.: A manual of entomological techniques, Columbus, Ohio, 70—71, 1953.

Die Kohlensäure-Sauerstoff-Druckmethode zur Bekämpfung der Großen Narzissenfliege (*Lampetia Equestris* F., Syrphidae, Dipt.)

Von W. E. De Mol Van Oud Loosdrecht, Amsterdam

IV. Das Blühen der erst behandelten und dann forcierten Zwiebeln im Frühjahr 1942

Inhaltsverzeichnis: 1. Einleitung. — 2. Die Treibversuche. — 3. Beurteilungen aus der Praxis. — Zusammenfassung. — Summary. — Literatur.

1. Einleitung

Die Kohlensäure - Sauerstoff - Druckmethode zur Bekämpfung der Großen Narzissenfliege wurde bereits in drei Publikationen behandelt (De Mol 1953, 1954, 1955).

Die letzte dieser Veröffentlichungen handelte über die Versuche, welche in den Monaten August, September und Oktober unternommen wurden.

Bei jedem Versuch wurden genaue Notizen gemacht, und zwar über: die behandelten Varietäten, das Datum der Ausgrabung der Zwiebeln, das Datum der Behandlung, den At-Druck, die angewendete Gasmischung und das Datum der Wiederauspflanzung. Von den 30 Varietäten wurden 8 Sorten zum Treiben genommen. Diese getriebenen Varietäten wurden einem Treibspezialisten zur Behandlung übergeben, aber erst am 4. Dezember ausgepflanzt. Im ganzen wurden 21 Proben durchgeführt.

Die behandelten Zwiebeln wurden im Betrieb der Firma Van 't Hof & Blokker in Limmen gepflanzt. Hierzu wurden nachstehende Varietäten verwendet; (x) heißt: getrieben.

Albert Cuyp	*Epicure*	*Lucifer*
Apotheosis	*Glory of Sassenheim*	*Marquis*
Argent	*Golden Crown*	*Masterpiece*
Brilliancy	*Golden Sceptre*	*Mrs. E. H. Krelage*
Cheerfulness	*Helios (x)*	*Mrs. John T. Scheepers*
Christmas Glory (x)	*Horace*	*Sämling J. V.*
Doppelte Campernelli	*King Alfred (x)*	*Southern Gem*
Early Perfection (x)	*Klondyke*	*Spring Glory (x)*
Early Surprise (x)	*Lady Moore (x)*	*Twink*
Emperor	*Laurens Koster (x)*	*Victor Hugo*

Die Zwiebeln dieser Varietäten wurden zwischen dem 15. Juli und 7. August ausgegraben. Die behandelten Zwiebeln wurden dann am 18. September 1941 wieder ausgepflanzt, mit Ausnahme derjenigen, die zum Treiben bestimmt waren, also die mit (x) bezeichneten Varietäten. Diese

Treibsorten wurden infolge besonderer Umstände — wie bereits erwähnt — erst am 4. Dezember ausgepflanzt.

Die 21 Versuche wurden zwischen dem 22. Juli und 11. September durchgeführt. Die Dauer der Behandlung betrug 4 bis 19 Stunden. Der At-Druck war bei jeder Behandlung derselbe, da der günstigste Druck in den vorhergehenden Jahren bereits durch Experimente ermittelt worden war.

Um die Dauer der Behandlung nach Möglichkeit zu verkürzen, wurden im Vorsommer mit jedem der genannten Gase (in verschiedenen Prozentsätzen) Proben unternommen. Dies geschah selbstredend hauptsächlich im Hinblick auf die für die Praxis zu erreichenden Vorteile. Es steht nunmehr fest, daß alle Larven bei einer Behandlungsdauer von 8 Stunden sterben müssen, wenn die richtige Gasmischung verwendet wird.

2. Die Treibversuche

Tabelle 1. Am 20. September 1941 zum Treiben nach Heilo gebracht.

Varietät	Anzahl der Zwiebeln	Aus Versuch
1. Christmas Glory	32	1
2. Helios	18	3
3. Early Surprise	31	4
4. Early Perfection	18	5
5. Lady Moore	38	6
6. Laurens Koster	23	6
7. Spring Glory	24	7
8. King Alfred	16	8
9. King Alfred	16	9
10. King Alfred	16	14
11. King Alfred	16	15
12. King Alfred	16	16
13. King Alfred	16	17
14. King Alfred	16	20

Tabelle 2. Einzelheiten über das Blühen der Versuchszwiebeln im Treibhaus.

Varietät	Aus Versuch	Gepflanzt	Im Treibhaus	In voller Blüte
1. Christmas Glory	1	4. Dez. 1941	11. Febr. 1942	20. Febr. 1942
2. Helios	3	4. Dez. 1941	11. Febr. 1942	25. Febr. 1942
3. Early Surprise	4	4. Dez. 1941	11. Febr. 1942	25. Febr. 1942
4. Earl Perfection	5	4. Dez. 1941	11. Febr. 1942	25. Febr. 1942
5. Laurens Koster	6	4. Dez. 1941	11. Febr. 1942	25. Febr. 1942
6. Lady Moore	6	4. Dez. 1941	11. Febr. 1942	25. Febr. 1942
7. Spring Glory	7	4. Dez. 1941	11. Febr. 1942	25. Febr. 1942
8. King Alfred	8	4. Dez. 1941	11. Febr. 1942	27. Febr. 1942
9. King Alfred	9	4. Dez. 1941	11. Febr. 1942	3. März 1942
10. King Alfred	14	4. Dez. 1941	11. Febr. 1942	3. März 1942
11. King Alfred	15	4. Dez. 1941	11. Febr. 1942	3. März 1942
12. King Alfred	16	4. Dez. 1941	11. Febr. 1942	27. Febr. 1942
13. King Alfred	17	4. Dez. 1941	11. Febr. 1942	27. Febr. 1942
14. King Alfred	20	4. Dez. 1941	11. Febr. 1942	27. Febr. 1942

Am 28. Februar wurden die vorstehenden blühenden Varietäten in einem Gebäude der Firma Van't Hof & Blokker zur Besichtigung

ausgestellt. Die „Neversie" (Niederländische Vereinigung zur Förderung der wissenschaftlichen Veredlung von Ziergewächsen) hatte für den gleichen Tag eine Versammlung der umwohnenden Züchter einberufen, auf welcher auch der Bürgermeister von Limmen anwesend war (siehe Punkt 3.: Beurteilungen aus der Praxis).

Einzelheiten über jede einzelne Sorte der im Treibhaus blühenden Versuchszwiebeln.

Tabelle 3.

Varietät	Behandelt in	Zahl der Kistchen	Zahl der Zwiebeln	Zahl der Blumen	Bemerkungen
Christmas Glory	Versuch 1	1	16	19	Blätter und Blumen gut entwickelt
		1	16	16	eine schwache Pflanze; sonst alles normal

Fig. 1. Christmas Glory (Tabelle 3)

Tabelle 4.

Varietät	Behandelt in	Zahl der Kistchen	Zahl der Zwiebeln	Zahl der Blumen	Bemerkungen
Helios	Versuch 3	1	10	22	Blätter und Blumen normal; Blumen sehr gut
		1	8	23	alles normal; Blumen sehr gut

Tabelle 5.

Varietät	Behandelt in	Zahl der Kistchen	Zahl der Zwiebeln	Zahl der Blumen	Bemerkungen
Early Surprise	Versuch 4	1	15	18	Blätter und Blumen normal
		1	16	18	normal

Fig. 2. Helios (Tabelle 4)

Fig. 3. Early Surprise (Tabelle 5)

Tabelle 6.

Varietät	Behandelt in	Zahl der Kistchen	Zahl der Zwiebeln	Zahl der Blumen	Bemerkungen
Early Perfection	Versuch 5	1	18	16	eine Zwiebel ohne Blume; sonst alles normal

Tabelle 7.

Varietät	Behandelt in	Zahl der Kistchen	Zahl der Zwiebeln	Zahl der Blumen	Bemerkungen
Lady Moore	Versuch 6	1	16	23	Blumen gut und normal; eine Zwiebel nicht entwickelt
		1	22	20	2 Zwiebeln: kurze Sprossen; eine Zwiebel nicht entwickelt; sonst normal

Fig. 4. Lady Moore (Tabelle 7)

Tabelle 8.

Varietät	Behandelt in	Zahl der Kistchen	Zahl der Zwiebeln	Zahl der Blumen	Bemerkungen
Laurens Koster	Versuch 6	1	12	25	eine Zwiebel ohne Blume; Blumen im allgemeinen klein; sonst normal
		1	11	20	eine Zwiebel ohne Blume; die Blumen klein; sonst normal. Bei dieser Varietät haben die Blätter einige helle Fleckchen, was aber kaum nennenswert ist

Fig. 5. Laurens Koster (Tabelle 8)

Tabelle 9.

Varietät	Behandelt in	Zahl der Kistchen	Zahl der Zwiebeln	Zahl der Blumen	Bemerkungen
Spring Glory	Versuch 7	1	12	14	eine Zwiebel ohne Blume; kurzes Gewächs; schöne Blumen
		1	12	14	eine Zwiebel mit kurzem Blumenstengel; sonst schöne Blumen

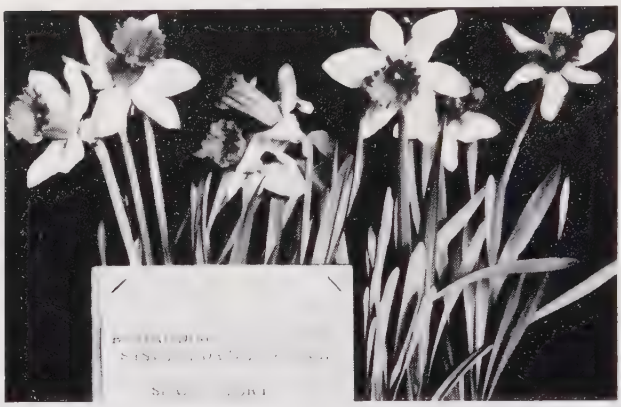


Fig. 6. Spring Glory (Tabelle 9)

Tabelle 10.

Varietät	Behandelt in	Zahl der Kistchen	Zahl der Zwiebeln	Zahl der Blumen	Bemerkungen
King Alfred	Versuch 8	1	8	12	Blumen sehr gut; die Blätter einigermaßen eingekerbt
		1	8	12	eine Zwiebel mit sehr kurzem Blumenstengel; eine Zwiebel ohne Blume; Blumen sehr gut; die Blätter einigermaßen eingekerbt

Tabelle 11.

Varietät	Behandelt in	Zahl der Kistchen	Zahl der Zwiebeln	Zahl der Blumen	Bemerkungen
King Alfred	Versuch 9	1	8	13	Blätter und Blumen normal
		1	8	13	Blätter und Blumen normal

Tabelle 12.

Varietät	Behandelt in	Zahl der Kistchen	Zahl der Zwiebeln	Zahl der Blumen	Bemerkungen
King Alfred	Versuch 14	1	8	12	Blätter und Blumen normal
		1	8	13	keine Besonderheiten; alles normal

Tabelle 13.

Varietät	Behandelt in	Zahl der Kistchen	Zahl der Zwiebeln	Zahl der Blumen	Bemerkungen
King Alfred	Versuch 15	1	8	9	eine Zwiebel ohne Blume; eine Zwiebel, fast kein Gewächs; sonst normal
		1	8	8	3 Zwiebeln mit kurzem Blumenstengel, sonst normal

Tabelle 14.

Varietät	Behandelt in	Zahl der Kistchen	Zahl der Zwiebeln	Zahl der Blumen	Bemerkungen
King Alfred	Versuch 16	1	8	13	Blätter und Blumen normal
		1	8	10	eine Zwiebel ohne Blume; eine Zwiebel ohne Gewächs; sonst normal

Fig. 7. King Alfred (Tabelle 14)

Tabelle 15.

Varietät	Behandelt in	Zahl der Kistchen	Zahl der Zwiebeln	Zahl der Blumen	Bemerkungen
King Alfred	Versuch 17	1	8	13	eine Zwiebel mit kurzer, doppelter Sprosse; eine Zwiebel mit sehr kurzem Blumenstengel; im übrigen Blätter und Blumen normal
		1	8	12	eine Zwiebel ohne Blume; Blätter und Blumen sonst normal

Fig. 8. Gruppenbild (Tabelle 16)

Tabelle 16.

Varietät	Behandelt in	Zahl der Kistchen	Zahl der Zwiebeln	Zahl der Blumen	Bemerkungen
King Alfred	Versuch 20	1	8	12	eine Zwiebel mit kurzem Blumenstengel; Blumen normal; Blätter hier und da eingekerbt
		1	8	11	eine Zwiebel wertlos, Sprosse 4 cm; Blumen sonst normal, Blätter eingekerbt

3. Beurteilungen aus der Praxis

Wie bereits erwähnt wurde, war für den 28. Februar eine Versammlung der Neversie einberufen worden, auf der die Züchter und Sachverständigen die Resultate der verschiedenen Proben besichtigen konnten. Das Urteil und die Gutachten dieser Sachverständigen und Blumenzüchter über die „Methode Dr. De Mol" zur Bekämpfung der Großen Narzissenfliege waren sehr günstig. Nachstehend eine Zusammenfassung dieser Beurteilungen, woraus u. a. hervorgeht, daß die Behandlung für die Blumen keine nachteiligen Folgen hatte und dieselben sehr gut waren. Das Gewächs war zwar etwas schwach, was aber auf das späte Auspflanzen der Zwiebeln zurückgeführt wurde. Außerdem hatten die Treibhausversuche das Wachstum forciert. Die Züchter — als kompetente Sachverständige — fanden die geringfügigen Abweichungen an den Blättern (z. B. bei der Varietät King Alfred) kaum von Bedeutung. Die „Methode Dr. De Mol" ist für den Export von größter Bedeutung, da es sich hier — im Gegensatz zu der sogenannten Heißwasserbehandlung — um eine Trockenbehandlung handelt, die das Verfaulen der Zwiebeln verhindert.

Meinungen der Besucher der Haarlemer Blumenzwiebel-Börse

Hier folgen — zusammengefaßt in 6 Punkten — die Meinungen der Besucher der Haarlemer Blumenzwiebel-Börse vom 2. März 1942 über die ausgestellten getriebenen Narzissenzwiebeln:

1. Die Besucher fanden die Gewächse dieser Treibhausversuche im allgemeinen schwach. Dies wurde zurückgeführt auf:
   a) zu kleine Zwiebeln;
   b) zu spätes Auspflanzen derselben (am 4. Dezember 1941);
   c) zu starkes Forcieren (am 11. Februar ins Treibhaus gebracht, am 20. Februar bereits in der Blüte).
2. Den Hauptfaktor — nämlich, daß die Zwiebeln durch die Behandlung nicht gelitten hatten — lieferten jetzt die Pflanzen selber, da die Züchter an den Blumen keine Abweichungen feststellen konnten, was bei allen behandelten Varietäten der Fall war.
3. Die geringfügigen Abweichungen im Blatt der Varietät King Alfred (der etwas eingekerbte Rand) und einige helle Fleckchen im Blatt der Varietät Laurens Koster, wurden als „kaum von Bedeutung" erachtet.
4. Die „Methode Dr. De Mol" wurde als ein großer Fortschritt in der Bekämpfung der Narzissenfliege bezeichnet, da sie dem Handel nur Vorteile bietet, im Gegensatz zu anderen Bekämpfungsmethoden. Die hauptsächlichsten Vorteile sind:
   a) die Zwiebeln können noch im selben Jahre exportiert werden;
   b) die Zwiebeln können noch im selben Jahre getrieben werden;
   c) trotz der späten Auspflanzung der ausgestellten Zwiebeln hat sich ergeben, daß sie beim Export nach Amerika auch dort noch im selben Jahre getrieben werden können.

5. Die „Methode Dr. De Mol" hat gegenüber der Heißwassermethode mancherlei Vorteile, und zwar aus folgenden Gründen:
   a) weil die Behandlung trocken erfolgt;
   b) weil diese Trockenbehandlung kein Verfaulen der Zwiebeln (*Fusarium*, „B o l r o t") nach sich zieht;
   c) weil die Züchter bei dieser Behandlung nicht an einen bestimmten Termin gebunden sind, da die Zwiebeln sowohl „früh" als auch „spät" behandelt werden können;
   d) weil die Behandlung nicht umständlich, sondern sehr einfach durchzuführen ist.
6. Viele Züchter verglichen diese Methode mit den Giftgas-Methoden, wie z. B. die Methallyl-Chloride-Gasmethode. Über letztere wurde jedoch sehr abfällig geurteilt, da sie keine günstigen Resultate ergeben hat.
7. Der allgemeine Eindruck der Besucher trug den Charakter größter Zufriedenheit; man bezeichnete die „Methode Dr. De Mol" als das einzige wirkungsvolle System zur Bekämpfung der Narzissenfliege und einen großen Gewinn für den Exporthandel.

G u t a c h t e n

Heilo, den 27. Februar 1942

Unterzeichneter, M. Nierop, Kontrolleur der Vereinigung „De Narcis" (Die Narzisse), wohnhaft in Heilo, Heerenweg F 93, kontrollierte heute Nachmittag die Treibversuche, System Dr. W. E. de Mol, zur Bekämpfung der Narzissenfliege.

Diese Treibversuche waren nach der erwähnten Methode durch Herrn G. M. Wilmink im Sommer des Jahres 1941 im Auftrage von Dr. De Mol unternommen worden, und zwar im Betriebe der Firma Van 't Hof & Blokker in Limmen. — Die Versuchszwiebeln waren bei einem Treibspezialisten in Heilo getrieben worden.

Im allgemeinen kann gesagt werden, daß diese Versuche — deren Resultate ich hier vor mir habe — mit gutem Erfolg durchgeführt worden sind. Das Gewächs ist zwar nicht immer stark genug und vereinzelt sind im Blatt kleine Abweichungen zu bemerken. Hierbei muß man aber in Betracht ziehen, daß die betreffenden Zwiebeln erst am 4. Dezember in Kistchen gepflanzt wurden, was aber viel zu spät war, denn es hätte bereits in der zweiten Hälfte September geschehen müssen; dann wäre das Gewächs heute kräftiger.

An einigen Pflanzen ist zu sehen, daß sie irgendeine Behandlung gehabt haben, da sie im Blatt einige helle Flecken zeigen. Darunter befinden sich auch einzelne Pflanzen mit eingekerbtem Blatt. Die zuerst erwähnte Erscheinung ist jedoch bei der Heißwasserbehandlung ebenfalls zu beobachten. — Die beiden Abweichungen im Blatt sind aber kaum von Bedeutung.

(gezeichnet): M. NIEROP

Das „Weekblad voor Bloembollencultuur" (Wochenzeitung für Blumenzwiebelkultur) vom 6. März 1942 berichtet über die am 2. März auf der Blumenzwiebel-Börse in Haarlem ausgestellten Treibhaus-Versuchszwiebeln wie folgt (in Übersetzung):

P f l a n z e n - K r a n k h e i t e n

Die Narzissenfliege muß vernichtet werden

Es ist leider eine bekannte Tatsache, daß die durch die Narzissenfliege entstandene Plage immer größeren Umfang annimmt, und daß man dringend nach einem Mittel verlangt, womit dies für unsere Narzissenkulturen so schädliche Insekt mit Erfolg bekämpft werden kann. Glücklicherweise sucht auch die Wissenschaft — ebenso wie wir selber — nach einem derartigen Mittel, um es in der Praxis anzuwenden. Dies gibt uns die Gewißheit, daß Wissenschaft und Praxis im Kampf gegen die Narzissenfliege schließlich doch noch den Sieg erringen werden. Am Montag sahen wir in Haarlem einige Kistchen mit blühenden Narzissen, die nach der „Methode Dr. De Mol" behandelt worden waren. Obschon der Stand der Gewächse infolge des viel zu späten Auspflanzens der Zwiebeln

nicht besonders günstig war, konnten wir dennoch mit Genugtuung feststellen, daß alle Pflanzen zwar kleine, aber unbeschädigte frische Blumen aufwiesen, während sich beim Aufschneiden der Zwiebeln herausstellte, daß nach der Behandlung alle Larven der Narzissenfliege tot waren. —

Diesen Versuchen war folgende Erklärung hinzugefügt: Dr. De Mol hatte das Untersuchungsmaterial (die von der Narzissenfliege befallenen Narzissenzwiebeln) auf seinem Laboratorium bereits in den Jahren 1938—1940 einer speziellen Behandlung unterzogen und hierbei eine Methode zur Vernichtung der Narzissenfliege erfunden.

Diese Versuche wurden im Sommer des Jahres 1941 im Betriebe der Firma Van 't Hof & Blokker in Limmen fortgesetzt. Die Proben standen nunmehr zwischen Laboratoriumsversuchen und der reinen Praxis (semi-technische Versuche).

Zur Durchführung dieser Versuche wurde ein Zylinder mit einem Fassungsvermögen von 1 hl verwendungsfähig gemacht. Bei jeder Probe wurden genaue Notizen über die dabei behandelten Varietäten gemacht, u. a.: wann die Zwiebeln ausgegraben wurden; das Datum der Behandlung, die Höhe des At-Druckes, die angewendete Gasmischung, die Dauer der Behandlung in Stunden; ferner das Datum der Wiederauspflanzung der behandelten Zwiebeln. Von den eingangs erwähnten 30 Varietäten wurden 8 Sorten zum Forcieren verwendet. Diese Treibsorten wurden einem Treibspezialisten zur Behandlung übergeben, aber erst am 4. Dezember gepflanzt. Im ganzen wurden 21 Versuche durchgeführt.

Die behandelten Zwiebeln wurden im Betriebe der Firma Van 't Hof & Blokker in Limmen gepflanzt, wozu nachstehende Varietäten verwendet wurden; (x) heißt: getrieben.

Albert Cuyp	Epicure	Lucifer
Apotheosis	Glory of Sassenheim	Marquis
Argent	Golden Crown	Masterpiece
Brilliancy	Golden Sceptre	Mrs. E. H. Krelage
Cheerfulnes	Helios (x)	Mrs. John T. Scheepers
Christmas Glory (x)	Horace	Sämling J. V.
Doppelte Campernelli	King Alfred (x)	Southern Gem
Early Perfection (x)	Klondyke	Spring Glory (x)
Early Surprise (x)	Lady Moore (x)	Twink
Emperor	Laurens Koster (x)	Victor Hugo.

Diese Zwiebeln wurden am 15. Juli und 7. August ausgegraben und nach der Behandlung am 18. September 1941 wieder ausgepflanzt, mit Ausnahme der zum Treiben bestimmten Zwiebeln; die mit (x) bezeichneten Varietäten. Diese Treibsorten wurden — wie eingangs erwähnt — besonderer Umstände halber erst am 4. Dezember gepflanzt.

Die 21 Proben wurden zwischen dem 22. Juli und 11. September durchgeführt. Die Dauer der Behandlung betrug von 4 bis zu 19 Stunden. Die Höhe des At-Druckes war bei jedem Versuch dieselbe, da die günstigste Druckhöhe schon in den vorhergehenden Jahren von Dr. De Mol durch Experimente ermittelt worden war.

Nach mehreren Untersuchungen im Laboratorium mit ungiftigen Gasen war Dr. De Mol zu der Schlußfolgerung gekommen, daß wenn die beiden von ihm dazu geeignet befundenen Gase (Sauerstoff und Kohlensäure) nacheinander in einem (mit Zwiebeln gefüllten) Kessel zusammengebracht werden, diese Gasmischung das Mittel sein muß, das die Larven tötet. Um die Dauer der Behandlung nach Möglichkeit zu verkürzen, wurden mit jedem dieser Gase im Vorsommer Versuche in verschiedenen Prozentsätzen unternommen. Diese erfolgten hauptsächlich im Hinblick auf die für die Praxis zu erzielenden Vorteile. Hierbei wurde festgestellt, daß bei einer 8stündigen Dauer der Behandlung alle Larven getötet werden, wenn die richtige Gasmischung angewendet wird.

Soweit die Publikation.

Wir hoffen, daß man noch weiter auf diese Angelegenheit eingehen wird, denn es stellte sich bereits am Montag heraus, daß bei den Fachleuten in der Tat viel Interesse für diese Bekämpfung der Narzissenfliege besteht.

Wir sind auch sehr gespannt auf das Resultat der Versuche mit den Zwiebeln, die bei der Firma Van 't Hof & Blokker in Limmen gepflanzt wurden. Diese wurden normal ausgepflanzt und lassen sich daher — auch was das normale Blühen betrifft — um so besser mit den unbehandelten Zwiebeln vergleichen. Die Zeitpunkte der Behandlung können in der Praxis sehr gut eingehalten werden, ohne daß der Export hierdurch Schwierigkeiten erleidet.

Die in Haarlem ausgestellten Resultate dieser Versuche konnten noch bis zum 10. März in einem Gebäude der Firma Van 't Hof & Blokker besichtigt werden.

Der nachstehende Artikel wurde im „Weekblad voor Bloembollencultuur" (Wochenzeitung für Blumenzwiebelkultur) vom 27. März 1942 veröffentlicht (in Übersetzung):

Pflanzen-Krankheiten

Die Bekämpfung der Narzissenfliege

Im Anschluß an unseren Artikel vom 6. März 1942 und auf Grund des regen Interesses, welches die ausgestellten blühenden Treibhaus-Narzissenversuchszwiebeln auf der Haarlemer Börse vom 2. März gefunden haben — die nach der „Methode Dr. De Mol" behandelt worden waren —, folgen hier noch einige Mitteilungen über dieses System und die im Sommer 1941 durchgeführten Versuche.

Um die Narzissen nach obiger Methode einer Behandlung zu unterziehen, braucht man sich nur ein Eisenfaß anzuschaffen, also einen Zylinder oder einen Kessel, welcher hermetisch abgeschlossen werden kann. Die Gase, welche für die Behandlung benötigt werden (Kohlensäure und Sauerstoff), sind im Handel in Zylindern erhältlich. Diese Zylinder werden, da sie in der Nähe des Kessels stehen müssen, mit demselben durch kurze Zufuhrleitungen verbunden.

Wenn der Kessel nun ganz mit Zwiebeln gefüllt ist (das Füllen kann in der Weise erfolgen, daß man die Zwiebeln in Säcken oder in Körben im Kessel unterbringt, je nachdem, wie groß das Fassungsvermögen desselben ist), wird der Schraubendeckel abgeschlossen. Dann kann die Kohlensäure und der Sauerstoff in den mit Zwiebeln gefüllten Kessel eingelassen werden, bis der von jedem dieser beiden Gase benötigte Prozentsatz erreicht ist. Nach 8 Stunden kann der Kessel wieder geöffnet und können die Zwiebeln herausgeholt werden. Die Behandlung ist dann bereits erfolgt. Der Leser wird mit uns darüber einig sein, daß diese Methode sehr einfach und wenig zeitraubend ist.

Im Sommer des Jahres 1941 wurden mit gutem Erfolg verschiedene Versuche unternommen, sowohl „früh", d. h. sofort nach dem Ausgraben der Zwiebeln (also im Juli), als auch „spät", d. h. Mitte September. Sowohl bei der frühen als auch bei der späten Behandlung werden alle Larven getötet. Hieraus folgt, daß die Züchter, wenn sie diese Methode anwenden, alle Gelegenheit dazu haben, sämtliche Zwiebeln mit 100% gutem Resultat zu behandeln, und dabei nicht an eine bestimmte Zeit gebunden sind, wie dies bei der Heißwasserbehandlung der Fall ist, bei der bei einer späten Behandlung außerdem auch noch Wurzelbeschädigungen zu befürchten sind.

Wie bereits gesagt, standen diese Versuche im vergangenen Sommer zwischen Laboratoriumsversuchen und der reinen Praxis. Bei den Varietäten Helios, Christmas Glory und Horace (welche 7 Tage vorher ausgegraben worden waren), wurde mit einer Behandlungsdauer von 19 Stunden begonnen und hierbei festgestellt, daß alle Larven nach der Behandlung getötet waren. Dies konnte dadurch konstatiert werden, daß beim Entleeren des Kessels alle Larven bewegungslos waren. Die Suche nach lebenden oder toten Larven wurde bis zum 42. Tage nach der Behandlung fortgesetzt; es wurden aber keine lebenden Larven mehr gefunden.

Diese Behandlungsdauer ist aber für die Praxis zu umständlich, da sie zuviel Zeit in Anspruch nimmt. Um sie zu verkürzen, mußte also eine andere Gasmischung gefunden werden, welche dieselbe starke Auswirkung haben muß, um die Larven zu töten. Nach einigen Versuchen wurde festgestellt, daß sich die Dauer der Behandlung durch eine gewisse Erhöhung des Kohlensäuregehaltes von 19 Stunden bis auf 8 Stunden herabsetzen läßt, und daß hierbei alle Larven bestimmt getötet werden.

Bei einem dieser erfolgreichen Versuche wurden 110 Zwiebeln nach der Behandlung aufgeschnitten und 110 Larven darin gefunden; 2 Larven bewegten sich noch etwas, waren aber am nächsten Tage ebenfalls tot. — Bis zum 40. Tage nach der Behandlung wurden noch stets Zwiebeln aufgeschnitten; es wurden aber keine lebenden Larven mehr gefunden.

Bei einem anderen Versuch wurden 128 von der Narzissenfliege befallene Zwiebeln aufgeschnitten und 128 Larven darin gefunden. Hierunter waren 4 Larven, welche nicht sofort als tot erklärt werden konnten, die aber nach einigen Tagen ebenfalls tot waren. Die Suche nach lebenden Larven wurde bis zum 50. Tage nach dem Datum der Behandlung fortgesetzt; es wurden aber keine mehr wahrgenommen. So könnten noch mehr Beispiele angeführt werden.

Aus den Versuchen ist also zu schließen:

a) daß Larven vorkommen, die während der ersten Tage nach der Behandlung gewissermaßen betäubt sind, die aber bald darauf ebenfalls sterben müssen;

b) daß die Gase in die Zwiebeln eindringen und sich einige Zeit darin aufhalten, wodurch auch die zähesten Larven getötet werden;
c) daß eine 8stündige Behandlung bis jetzt als die kürzeste bezeichnet werden muß; dieselbe ist in der Praxis sehr gut durchführbar.

Nachstehend einige Vorteile der „Methode Dr. De Mol" gegenüber der Heißwasser-Behandlung:

1. die Zwiebeln bleiben trocken;
2. die Blumen bleiben normal;
3. diese Methode verursacht kein Verfaulen der Zwiebeln oder andere Beschädigungen;
4. die Behandlung erfordert weniger Arbeit;
5. auch späte Behandlungen können ohne Beschädigung der Zwiebeln mit 100% Erfolg durchgeführt werden;
6. die behandelten Zwiebeln können noch im selben Jahre exportiert werden;
7. die behandelten Zwiebeln können noch im selben Jahre getrieben werden.

Die Vorzüge der „Methode Dr. De Mol" gegenüber den Giftgas-Methoden (wie z. B. den Methallyl-Chloride-Gasen) sind folgende:

a) keine Feuergefahr oder Gasvergiftung;
b) die Zwiebeln bleiben 100% normal;
c) alle Larven werden getötet;
d) die Behandlung kann durch jeden ausgeführt werden.

Am 18. September 1941 wurden im Betriebe der Firma Van 't Hof & Blokker in Limmen, wo die Versuche im Sommer des Jahres 1941 unternommen worden waren, 15 000 behandelte Zwiebeln ausgepflanzt. Für die Auspflanzung im freien Felde wurden — ebenso wie für das Treiben — nur Zwiebeln genommen, die aufgekommen waren. Der Zweck dieser Auspflanzung war ja auch nur festzustellen, ob die Zwiebeln keine Abweichungen bekommen hatten, was bei den getriebenen Zwiebeln auch nicht der Fall war.

Man kann jedoch bereits jetzt voraussagen, daß es in diesem Jahre mit dem Blühen der Zwiebeln spät werden wird, wie dies bei einem späten Winter stets der Fall ist. Aber gegen Ende April dürften die behandelten Narzissenzwiebeln wohl in voller Blüte stehen.

Wir geben der Hoffnung Ausdruck, daß viele Züchter diese Versuche dann besichtigen werden, und wir sind bei dieser Gelegenheit zu weiteren Erklärungen gerne bereit.

Zusammenfassung

Es hat sich also herausgestellt:

1. daß die Bekämpfung der Narzissenfliege nach der „Methode Dr. W. E. De Mol" als ausschlaggebend betrachtet werden muß;
2. daß diese Methode von größter Bedeutung für die kommerziellen Ziele der Narzissenkultur ist, zumal sie einfach, billig und gefahrlos und außerdem nicht an bestimmte Zeitpunkte gebunden ist. Die Zwiebeln können bereits im selben Jahre exportiert werden, in dem sie behandelt worden sind;
3. daß der Einfluß der Behandlung auf die Blumen kaum von Bedeutung ist;
4. daß bei einer rechtzeitigen Auspflanzung der Zwiebeln bestimmt damit gerechnet werden kann, daß Blumen und Blätter erwartungsgemäß gedeihen.

Summary

It is shown that:

1. the control of Narcissus fly by Dr. W. E. De Mol's method must be considered as decisive,

2. this method is of the greatest importance for commercial narcissus growing, particularly because it is simple, cheap and harmless and also not limited to a particular time. The bulbs can be exported in the year in which they are treated,
3. the effect of the treatment on the flowers is of practically no importance,
4. when the bulbs are planted at the right time, it may be reckoned with confidence that flowers and leaves will succeed up to expectations.

Literaturverzeichnis

DE MOL, W. E.: Die Kohlensäure-Sauerstoff-Druckmethode zur Bekämpfung der Großen Narzissenfliege (*Lampetia equestris* F.) I. Z. angew. Entomologie **35**, 319—338, 1953.

— — Die Kohlensäure-Sauerstoff-Druckmethode zur Bekämpfung der Großen Narzissenfliege (*Lampetia equestris* F.). Das Töten der Made und der Zustand der Zwiebeln bei Anwendung der Kohlensäure-Sauerstoff-Druckmethode (1939—1941) II. Z. angew. Entomologie **36**, 334—357, 1954.

— — Die Kohlensäure-Sauerstoff-Druckmethode zur Bekämpfung der Großen Narzissenfliege (*Lampetia equestris* F.). Die Behandlung der Zwiebeln in der zweiten Hälfte 1941. III. Z. angew. Entomologie **38**, 49—66, 1955.

Aus der Staatl. Vogelschutzwarte Hamburg,
Institut für Angewandte Vogelkunde

Untersuchungen über den Einfluß von Waldameisen-Kolonien (*Formica rufa*) auf die Siedlungsdichte höhlenbrütender Vögel

Von Herbert Bruns

Einleitung

Als Folge der von verschiedenen Autoren (Sernander, Mayer, Ambros, Stäger, Lebedew, Kostrin) festgestellten Pflanzenanreicherung durch die Rote Waldameise *(Formica rufa)* wird nach Gösswald (1951) auch die Zahl der Insektenarten und Vögel in einer für die Gesamtbiozönose des Waldes förderlichen Weise erhöht und haben sich mit der künstlichen Wiedervermehrung der Roten Waldameise auf die natürliche Siedlungsdichte in bisher ameisenfreien Wäldern auch die Singvögel stets in größerer Zahl eingestellt.

Demgegenüber wurde von anderen Entomologen die Ansicht geäußert, daß die Rote Waldameise, da sie den Bestand anderer Insektenarten erheblich dezimiere, die Singvögel infolge Nahrungsmangels zum Abwandern zwinge.

Diese beiden gegensätzlichen Auffassungen werfen grundsätzliche Fragen des wirtschaftlichen Vogelschutzes und der Waldameisenvermehrung im Rahmen des biologischen Forstschutzes auf:

a) Da den in der Praxis des forstlichen Vogelschutzes bisher üblichen Siedlungsdichten der Vögel kein nennenswerter Einfluß gegenüber Massenvermehrungen verschiedener Forstschadinsekten zugeschrieben wird, ist eine erhebliche Steigerung der Vogeldichte eine wichtige Voraussetzung eines wirksamen Vogelschutzes. Nach der bisher vorherrschenden, jedoch nicht allgemeingültigen Ansicht hängt die Siedlungsdichte der Vögel vor allem vom Nahrungsangebot ab. Somit würden die Vögel gerade in insektenarmen Zeiten nur in geringer Dichte existieren und erst n a c h bereits erfolgter Wiedervermehrung des Schadinsektes wieder zunehmen können, wenn es also zu spät ist, um der Gradation Einhalt zu bieten. Sollte daher die Vogelwelt bereits v o r einer erneuten Vermehrung eines Schadinsektes mit Hilfe einer gleichzeitigen Ansiedlung der Roten Waldameise (die ihrerseits infolge ihrer Rindenlauszucht weitgehend unabhängig von der Populationsdichte des Schädlings ist) so zahlreich angesiedelt werden können, daß sie vorbeugend einen nennenswerten Einfluß auf die Schädlingspopulation ausüben kann, so würden sich hiermit für den Vogelschutz bedeutsame neue Möglichkeiten eröffnen.

Sollten jedoch Vögel und Waldameisen in erster Linie als Nahrungskonkurrenten in Erscheinung treten und die Vögel, da ihnen durch die Ameisen ein großer Teil der Nahrung entzogen wird, aus Nahrungsmangel mehr oder weniger abwandern, so könnte die evtl. Wirkung eines Vogel-

schutzes durch eine Ansiedlung und Vermehrung der Roten Waldameise wieder aufgehoben werden.

Da uns eine rein theoretische Erörterung dieses wichtigen Problems einer gleichzeitigen Vogel- und Waldameisenvermehrung kaum weiterbringen wird, begann ich 1952 mit entsprechenden praktischen Versuchen und Untersuchungen und richtete in verschiedenen Forsten Nord- und Süddeutschlands auf je 8 vergleichbaren Flächen ohne und mit Waldameisen-Kolonien Vogelschutzversuchsflächen ein[1]. Nachdem nun das Ergebnis aus 5 Jahren vorliegt und auf den 16 Versuchsflächen über sechstausend Nisthöhlen mit 2460 ausgeflogenen Bruten kontrolliert wurden, soll in einer vorläufigen Mitteilung hierüber berichtet werden.

Die Versuchsflächen

Die norddeutschen Versuchsflächen liegen im Forstamt Cloppenburg (Südoldenburg), die süddeutschen im Forstamt Altdorf (Nürnberger Reichswald) und in den unterfränkischen Forstämtern Kitzingen, Rimpar und Waldbrunn. Die Flächengrößen und die Anzahl der aufgehängten Nisthöhlen (größtenteils Holzbeton-Nisthöhlen) sind aus der Tabelle 1 ersichtlich. Da die Versuchsflächen gleichzeitig anderen Fragestellungen dienen und zum Teil bereits Veröffentlichungen vorliegen (BRUNS 1954–1957), kann hier auf eine nähere Beschreibung der Versuchsflächen verzichtet werden.

Bezüglich des Schädlingsbefalls kann hier nur kurz gesagt werden, daß die Abt. Vossberg zu Beginn der Vogelansiedlung von der Roten Kiefernbuschhornblattwespe (*Neodiprion sertifer*) und das Meisterholz 1956 vom Eichenwickler (*Tortrix viridana*) stärker befallen waren. Die Flächen Augustendorf und Dwergtersand liegen im Schadgebiet der Kleinen Fichtenblattwespe (*Lygaeonematus abietum*), die hier in den ersten Versuchsjahren stark fraß und 1955 und 1956 erheblich zurückging. In den übrigen Versuchsflächen waren 1952–1956 keine Massenvermehrungen von Schadinsekten zu verzeichnen.

Die Versuchs- und Beobachtungsergebnisse

Die Versuchsergebnisse mit den durchschnittlichen Siedlungsdichten (d. h. Anzahl der ausgeflogenen Vogelbruten) 1952—56 der höhlenbrütenden Vögel auf den Flächen ohne bzw. mit Waldameisen zeigt die Tabelle 1.

Im Gesamtdurchschnitt von 5 Jahren flogen aus den Nisthöhlen der ameisenfreien Flächen zu 38,6%, aus den Ameisenflächen zu 39,0% Bruten aus. Fassen wir die Nadelholzversuchsflächen zusammen (der Eichen-Hainbuchenwald Meisterholz mit seiner außerordentlich hohen Siedlungsdichte muß gesondert betrachtet werden), so ergeben sich für die einzelnen Jahre folgende durchschnittliche Siedlungsdichten pro ha (Tabelle 2):

Versuchsfläche:	1952	1953	1954	1955	1956	Gesamt-Durchschnitt
ohne Ameisen:	0,7	1,9	3,5	3,6	2,8	2,5
mit Ameisen:	0,7	1,9	4,1	3,9	4,1	2,9

Wir finden also auf den Ameisenflächen im Durchschnitt eine etwas höhere Siedlungsdichte. Die Differenz ist geringfügig und liegt im Bereich

[1] Den beteiligten Forstverwaltungen und Instituten danke ich für die Förderung und Unterstützung der Versuche.

Tabelle 1

Siedlungsdichte der Vögel (· Ausgefl. Bruten) auf Versuchsflächen ohne und mit Waldameisen

Forstamt	Forstort	Holzart	Jahr	Ohne Waldameisen			Mit Waldameisen		
				ha	Kontrollierte Nisthöhlen	% ausgeflogene Bruten	ha	Kontrollierte Nisthöhlen	% ausgeflogene Bruten
Cloppenburg	Dwergtersand	Fichte / Kiefer	1952-56	75	810	32%	15	174	29%
„	Augustendorf	„	„	9,5	231	31%	9,5	245	23%
„	Voßberg	Kiefer	„	39	526	51%	1 - 2	49	53%
Altdorf	Heidelbach	„	„	26	511	26%	13	261	31%
Kitzingen	Klosterforst	„	1953-56	6	411	41%	6	419	43%
Rimpar	Gramschatz	Fichte / Kiefer	„	8,5	423	25%	8,5	421	25%
Waldbrunn	Irtenberg	Fichte	„	16	743	45%	16	791	49%
Werneck	Meisterholz	Eiche / Hainbu.	1954-56	1	206	59%	1	198	57%
Summe Mittel:				181	3861	39%	70 (71)	2558	39%

der durch jährliche Bestandsschwankungen und sonstige Faktoren bedingten Streuung. Auf Grund des großen Zahlenmaterials aus 5 Jahren und 16 Versuchsflächen ergibt sich jedoch eindeutig, daß bei Vorhandensein von Kolonien der Roten Waldameise und bei einem ausreichenden Angebot von Nisthöhlen weder eine Verminderung noch eine erhebliche Steigerung der Populationsdichte höhlenbrütender Vogelarten festzustellen war. Eine Diskussion dieses Ergebnisses bringt das folgende Kapitel. Die freibrütenden Vogelarten wurden in diese Untersuchung noch nicht einbezogen, obwohl auch sie eine Rolle spielen. Es bleibt daher die Möglichkeit bestehen, daß gerade freibrütende Vogelarten vorzugsweise Ameisenreviere aufsuchen und damit die Gesamt-Vogeldichte hier erhöhen.

Als gutes Beispiel dafür, daß Ameisen- und Vogelschutz sich nicht zu beeinträchtigen brauchen, kann das Meisterholz (Forstamt Werneck) gelten, in dem im Gebiet einer besonders volkreichen Ameisenkolonie auf 1 Hektar eine erstaunlich hohe Siedlungsdichte bis zu rund 70 Vogelpaaren erzielt wurde (näheres vgl. Bruns 1956).

Dafür, daß unter Umständen die Anwesenheit einer Ameisenkolonie sehr wahrscheinlich die Ernährungsgrundlage und damit Voraussetzung für eine hohe Siedlungsdichte der Vögel bilden kann, soll folgendes Beispiel aus einem hier nicht weiter behandelten Vogelschutzversuchsgebiet im Forstamt Waldaschaff (Spessart) dienen. Hier wurde 1954, ein Jahr nach völligem Zusammenbruch einer Kalamität des Buchenrotschwanzes (*Dasychira pudibunda*) auf einem Hektar eine für den als vogelarm geltenden Buchenwirtschaftswald erstaunlich hohe Siedlungsdichte von 19 Höhlenbrütern erzielt. 1955 waren es bei Erweiterung der Fläche auf 4 ha insgesamt 58. Als die am Rande dieser Fläche bestehende Kolonie der Roten Waldameise 1956 auffälligerweise zurückging, erfolgte auch ein Rückgang der Vögel auf 52, obwohl im allgemeinen in den ersten Jahren eines Vogelansiedlungsversuches zunächst ein stetiger Anstieg die Regel ist.

Diskussion der Versuchs- und Beobachtungsergebnisse

1. Die in der Einleitung geschilderten gegensätzlichen Auffassungen über eine Verminderung oder Anreicherung der Vögel in Waldameisenrevieren gehen b e i d e von der Voraussetzung aus, daß die Dichte der Vogelpopulation von der zur Verfügung stehenden Nahrung reguliert wird. Diese bis in die jüngste Zeit vorherrschende Meinung, die zuletzt noch von LACK (1954) ganz extrem vertreten wurde, wurde ebenso wie die Reviertheorie durch neuere Versuche (STEINFATT, PFEIFER, BRUNS u. a.) erschüttert, nach denen eine Steigerung der Siedlungsdichte der Vögel auf das 10–40fache allein durch die Schaffung geeigneter Niststätten in ausreichender Zahl erzielt wurde. Bei der Betrachtung des Massenwechsels eines Großschädlings (wie Nonne, Blattwespe usw.) und den Beziehungen zur Vogelwelt übersieht man leicht, daß unabhängig von der betreffenden Insektenart vielfach noch eine mehr oder weniger große Menge anderer Insekten, Spinnen usw. vorhanden ist.

   Für die Fälle, in denen nicht die Nahrung, sondern ein anderer Begrenzungsfaktor die Vogeldichte reguliert, ist eine Beeinflussung der Vogeldichte durch eine Waldameisenkolonie nicht zu erwarten, d. h. nicht auf dem Wege über die Ernährung; wohl aber könnte die Vogelwelt indirekt z. B. dadurch beeinflußt werden, daß durch die Waldameisen die Vegetation angereichert wird und dadurch günstigere Nistmöglichkeiten für boden- und strauchbrütende Vogelarten geschaffen werden.

   Während z. B. in dem nahrungsreichen Eichenwald der Nahrungsfaktor kaum den entscheidenden Begrenzungsfaktor der Siedlungsdichte der Vögel darstellen wird, scheint in den Buchenwirtschaftswäldern die Nahrung entscheidender zu sein. So wurden in 6 verschiedenen Buchenwirtschaftswäldern (BRUNS 1956) trotz sehr hohen Überangebots von Nisthöhlen die geringsten Siedlungsdichten (2,2 bis 3,7 pro ha) auf West- und Nordwesthängen, die bekanntlich infolge der geringen Besonnung auch ein geringeres Insektenleben aufweisen, festgestellt, während auf Südwesthängen 5,4 bis 13 (hier mit einer Waldameisenkolonie) pro ha zu verzeichnen waren.

2. Auch in den Fällen, in denen nach dem „Minimumgesetz" die Nahrung als Begrenzungsfaktor die Vogeldichte reguliert und eine Nahrungskonkurrenz zwischen Ameisen und Vögeln vorliegt, ist es schwer zu sagen, in welchem Umfange durch die Jagd der Ameisen auf die auch den Vögeln als Nahrung dienenden Insekten den Vögeln Nahrung entzogen wird und in welchem Ausmaße die Vögel dafür Ameisen als Ersatznahrung wählen bzw. diese sogar anderen Insekten vorziehen. Das kann je nach Vogelart, Jahreszeit und anderen Umständen durchaus verschieden sein. Wenn die Vögel etwa im gleichen Umfange Ameisen verzehren wie ihnen Insekten durch die jagenden Ameisen entzogen werden, so wird sich in den Siedlungsdichten der Vögel auf vergleichbaren Flächen mit und ohne Waldameisen kein Unterschied zeigen. Auf diese Weise dürften zum gut Teil (wenn wir von den Fällen absehen, in denen die Nahrung als Begrenzungsfaktor nicht in Betracht kommt) die annähernd gleichen Siedlungsdichten unserer Versuchs- und Vergleichsflächen zu erklären sein.

Dafür, daß Ameisen tatsächlich von Vögeln gefressen werden, gibt es viele Beobachtungen. So berichtet auch Gösswald, daß die von den Bäumen herunterkommenden, prall von Exkrementen der Rindenläuse gefüllten Ameisen von Vögeln gefressen wurden. Doch fehlt es leider noch an näheren Untersuchungen, wie sich die einzelnen Vogelarten verhalten. Bei einem verschiedenen Verhalten von Trauerschnäppern und Meisen als unseren wichtigsten höhlenbrütenden Vogelarten würde z. B. die eingangs gestellte Frage in einem Gebiet, in dem der Trauerschnäpper fehlt, eine andere Antwort finden als dort, wo der Trauerschnäpper die zahlreichste Vogelart bildet.

Die Behauptung Heikertingers, „die Ameisen werden nicht gemieden; alle Vögel nehmen sie bei Gelegenheit gerne" ist zweifellos übertrieben und ungenügend belegt. Genauere quantitative Untersuchungen sowohl über die Zahl der von bestimmten Vogelarten tatsächlich verzehrten Ameisen und anderer Insektenarten als auch über die Anzahl der in dem betreffenden Lebensraum eines Vogels als Nahrung vorhandenen Ameisen und Insektenarten würden sicherlich zum Ergebnis haben, daß bestimmte Insektenarten relativ häufiger oder weniger gefressen werden. Im großen und ganzen dürften die meisten Vögel Ameisen weniger gerne als andere Insekten fressen. So berichtete z. B. Ahlqvist (1934), daß Versuchsvögel, wenn sie im Sommer regelmäßig Kleintiere erhielten, gegen Ameisen eine starke Abneigung zeigten, daß sie aber im Herbst bei fast ausschließlicher Kunstfütterung so gierig auf lebende Beute waren, daß sie dann wahllos Ameisen und sonstige Kerfe pickten.

Wichtig ist auch die Frage, ob und wann die Waldameisen Insekten, die gleichzeitig eine Hauptnahrung der Vögel bilden, überhaupt eintragen. Bei der Kleinen Fichtenblattwespe konnte ich z. B. feststellen, daß die Blattwespenlarven von der Roten Waldameise in den ersten 7–10 Tagen kaum, dann aber in zunehmendem Maße und vor und während des Abbaumens der Larven in großen Mengen eingetragen wurden. Weiter wäre zu fragen, ob die Fütterung der Vogelnestlinge und damit der größte Nahrungsbedarf der Vögel in die Zeit vor oder nach dem Eintragen der Blattwespenlarven durch Waldameisen fällt. Das kann in den einzelnen Jahren durchaus verschieden sein.

3. Bei einer Analyse der Auswirkungen der Ameisentätigkeit wird man weder einseitig die positiven noch die negativen Auswirkungen überbetonen; entscheidend ist, ob der Gesamteffekt überwiegend positiv oder negativ ist. Eine etwaige Beeinflussung der Siedlungsdichte der Vögel durch die Waldameisen muß keineswegs über die Ernährung erfolgen. Bei einer starken Pflanzenanreicherung, wie sie z. B. neuerdings die russischen Forscher Lebedew (1949) und Kostrin (1951) in der Umgebung von Ameisenhaufen feststellten, würden insbesondere für boden- und strauchbrütende Vogelarten vermehrte Nistgelegenheiten geschaffen. Da die Waldameisen auf diese Weise indirekt die Siedlungsdichte freibrütender Vogelarten beeinflussen könnten und da ferner die Frage offen ist, ob freibrütende Vogelarten in anderem Umfange als höhlenbrütende Arten Ameisen fressen, sollen die Freibrüter in weitere Untersuchungen einbezogen werden.

4. Eine weitere indirekte Beeinflussung der Vogelpopulation durch die Waldameisen könnte durch eine Störung der Vogelbruten erfolgen. Ob-

wohl auch die mit Nisthöhlen behängten Bäume zum Teil sehr stark von Ameisen belaufen wurden, konnten irgendwelche negativen Auswirkungen in dieser Hinsicht nicht festgestellt werden.

5. Da Hornissen und Wespen einen Teil der Vogelnisthöhlen besetzen und damit auch die Siedlungsdichte der Vögel beeinflussen, wäre zu fragen, ob ihrerseits die Ameisen die Zahl der Hornissen und Wespen beeinflussen.

   Auf den 16 Versuchsflächen wurde hierbei folgendes Gesamtergebnis ermittelt:
   Ameisenfreie Flächen: 48 mal Hornissen und 99 mal Wespen. Zusammen: 147.
   Ameisenflächen: 26 mal Hornissen und 90 mal Wespen. Zusammen: 116.

Zusammenfassung

1. Auf je 8 Vogelschutzversuchsflächen ohne und mit Waldameisen wurden innerhalb 5 Jahren die Siedlungsdichten der höhlenbrütenden Vogelarten durch alljährliche Nisthöhlenkontrollen ermittelt. Bei insgesamt 6419 Nisthöhlen-Kontrollen mit 2460 ausgeflogenen Bruten wurde als durchschnittliche Siedlungsdichte auf den Nadelholz-Versuchsflächen ohne Ameisen 2,5 pro ha, mit Ameisen 2,9 pro ha ermittelt. Auf einer Eichen-Hainbuchen-Versuchsfläche wurden als Durchschnitt von 3 Jahren 40,3 pro ha (ohne Ameisen) bzw. 37,7 pro ha (mit Ameisen) festgestellt.
2. Die bisher vorherrschende Meinung, daß die Vogeldichte von dem Nahrungsangebot reguliert wird, ist nicht allgemein gültig. In den Fällen, in denen ein ausreichendes Nahrungsangebot vorhanden ist, wird daher mit einem nennenswerten direkten Einfluß der Waldameisen auf die Vogeldichte nicht gerechnet werden können. Die Frage, ob Waldameisen indirekt durch Pflanzenanreicherung und damit Schaffung günstiger Nistgelegenheiten für freibrütende Vogelarten die Vogeldichte beeinflussen können, muß noch geprüft werden.
3. In den Fällen, in denen die vorhandene Nahrungsmenge die Vogeldichte reguliert, können die Vogeldichten auf Flächen ohne und mit Ameisen gleich sein, wenn die Vögel in gleichem Umfange Ameisen fressen, wie ihnen durch die beutejagenden Ameisen andere Insekten als Nahrung entzogen werden.
4. Die bisher vorliegenden Beobachtungen über die relative Beliebtheit bzw. Unbeliebtheit von Ameisen als Vogelnahrung sind noch ungenügend.. Die Frage muß bei verschiedenen Vogelarten geprüft werden.
5. Eine Störung der Vogelbruten durch Waldameisen und ein eindeutiger Einfluß der Waldameisen auf die Besetzung der Vogelnisthöhlen durch Wespen und Hornissen konnte bisher nicht festgestellt werden.

Literaturverzeichnis

AMBROS, W.: Unsere Waldameise (*Formica rufa* L.) mit besonderer Berücksichtigung ihrer künstlichen Vermehrung. Z. f. d. Ges. Forstw. **65**, S. 19–29 (1939).

BRUNS, H.: Wann und in welchem Umfange wird die Kleine Fichtenblattwespe von der Roten Waldameise eingetragen? Forstwiss. Centralbl. **73**, S. 35—40 (1954).

– – Neue Ergebnisse und Erkenntnisse im forstlichen Vogelschutz. Waldhygiene **1**, S. 10—20 (1954).

Bruns, H.: Fortschritte im forstlichen Vogelschutz. Anz. f. Schädlingsk. **28**, S. 25—28 (1955).
– – Weitere Ergebnisse über Vogelansiedlungsversuche in Buchenwäldern. Ornithol. Mitteil. **8**, S. 201–206 (1956).
– – Ergebnisse eines Vogelansiedlungsversuches in einem fränkischen Eichen-Hainbuchenwald. Orn. Mitt. **7**, S. 221–226 (1955).
– – Versuche über die Steigerung der Siedlungsdichte in Kiefernforsten. Allg. Forstzeitschr. **12**, S. 149–151 (1957).
– – Beiträge zur Kenntnis der wissenschaftlichen Grundlagen und zur Methodik des Vogelschutzes in der Forstwirtschaft. Waldhygiene **2**, S. 4–30 (1957).
Frank, F.: Zur Problematik der angewandten Vogelkunde. Journal f. Ornith. **97**, S. 110–114 (1956).
Franz, J.: Probleme angewandter Vogelkunde. Journ. f. Ornith. **95**, S. 111–123 (1954).
Gösswald, K.: Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. Lüneburg 1951.
Kostrin, K.: Einfluß der Ameisen auf das Wachstum der Hagebutte und Himbeere. Priroda **40**, S. 94 (1951).
Lack, D.: The natural regulation of animal numbers. Oxford 1954.
Lebedew, A.: Eine originelle Symbiose. Priroda **38**, S. 74–75 (1949).
Mayer, B.: Die Rote Waldameise (*Formica rufa*) und ihre Bedeutung als Waldpolizist. Deutscher Förster **8**, Nr. 36 (1926).
Palmgren, Ahlqvist, Langenskiöld und Luther: Zur experimentellen Prüfung der Ameisen-Mimikry. Ornis Fennica **14**, S. 96–108 (1937).
Pfeifer, S.: Ergebnisse zweier Versuche zur Steigerung der Siedlungsdichte der Vögel auf forstlicher Kleinfläche und benachbarter Großfläche. Waldhygiene **1**, S. 76–78 (1955).
Sernander, R.: Entwurf einer Monographie der europäischen Myrmecochoren. Kgl. Svenska Vetenskapsakademien Handlingar **41**, Nr. 7 (1906).
Stäger, R.: Erlebnisse mit Ameisen. Eberh. Kalt-Zehnder, Zug (1939).
Steinfatt, O.: Die forstliche Bedeutung der Vögel und ihre praktische Nutzbarmachung in Schädlingsrevieren. Monogr. angew. Entomol. **15**, S. 405—479 (1942).

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Erlangen

Zur Systematik, Biologie und Ökologie unterirdisch lebender Aphiden *(Homoptera, Aphidoidea)*

(Anoeciinae, Tetraneurini, Pemphigini und *Fordinae)*

Teil I (*Anoeciinae*) [1])

Von Helmut Zwölfer, München [2])

Inhalt: I. Fragestellung und Methodik. — Einleitung. — Das Untersuchungsgebiet. —Material und Methodik. — II. Zur Morphologie der untersuchten Arten. — Erklärung der verwendeten morphologischen Begriffe. — Die Generationenfolge und ihre morphologische Differenzierung. — Art und Umfang der beobachteten Variabilität. — III. Systematischer Teil. — Vorbemerkungen. — Subfam. *Anoeciinae* (Fam. *Thelaxidae*), Diagnose und Übersicht. — Zur Phylogenie der Anoeciinen. — Bestimmungsschlüssel für die Anoeciinen. — Beschreibungen der Gattungen und Arten.

I. Fragestellung und Methodik

A) Einleitung

Unter den wurzelbewohnenden Aphiden nehmen die *Anoeciinae, Tetraneurini, Pemphigini* und *Fordinae* eine besondere Stellung ein. Während die Mehrzahl der unterirdisch lebenden Aphiden im Herbst ihren Entwicklungskreislauf abschließen und den Winter als Ei überdauern, ist bei diesen Gruppen in der Regel eine Überwinterung der Nebenwirtsgeneration möglich. Aber im Gegensatz zu der nur noch unterirdisch und mit unvollkommenem Generationszyklus lebenden Unterfamilie der *Traminae* kann bei den meisten Anoeciinen und Pemphigiden neben dem Parazyklus noch das Vorkommen vollständiger, mit Wirtswechsel verbundener Generationsfolgen festgestellt werden.

Die erwähnten Gruppen sind in den Blattlausmonographien von Kaltenbach (1843), Koch (1857), Buckton (1883), Van der Goot (1915), Theobald (1929) und weiteren Autoren dem jeweiligen Stand der Kenntnis entsprechend im Zusammenhang mit den übrigen Vertretern der *Aphidoidea* geschildert worden. Eingehendere Untersuchungen dieser Gruppen erfolgten erst durch Tullgren (1909, 1925) und Mordvilko (1921,

[1]) Aus drucktechnischen Gründen erscheint die vorliegende Abhandlung in 4 Teilen: Es behandelt Teil I: *Anoeciinae;* Teil II: *Tetraneurini* und *Pemphigini;* Teil III: *Fordinae.* Teil IV enthält die vergleichend ökologisch-biologische Betrachtung und die systematischen und phylogenetischen Erörterungen der behandelten Gruppen. Die Zusammenfassung und das Schriftenverzeichnis finden sich am Schluß von Teil IV.

[2]) Jetzt: European Laboratory of the Commonwealth Institute of Biological Control, Feldmeilen (Zürich), Schweiz.

. . . 1935). Tullgren bearbeitete die Systematik, Morphologie und Biologie der schwedischen Arten, während Mordvilko osteuropäisches Material studierte. Mordvilko konnte bei *Anoecia* und einer großen Zahl von Pemphigidengattungen den Wirtswechsel klären. Neben der Morphologie und Biologie behandelte er auch Fragen der geographischen Verbreitung und der Phylogenie. Die Ergebnisse seiner Forschungen hat er in den beiden grundlegenden Werken „On the evolution of aphids" (1934) und „Die Blattläuse mit unvollständigem Generationszyklus und ihre Entstehung" (1935) zusammengefaßt. Über einzelne Vertreter der Anoeciinen und Pemphigiden liegt eine Reihe von Veröffentlichungen vor. Von den neueren Autoren sei hier nur Boerner (1914, . . . 1953), Dahl (1912), Hille Ris Lambers (1950 a, . . . 1952), Martelli (1950), Schmidt (1952 a), Schouteden (1902 a, b) und Schuhmacher (1921, 1923) genannt. Zwei jüngere monographische Bearbeitungen der italienischen *Pemphigini* und *Fordinae* stammen von Roberti (1938, 1939). 1952 erschien Boerners großes Katalogwerk „Europae centralis Aphides", in dem die Aphidengruppen der *Anoeciinae* und *Pemphigidae* — um eine beträchtliche Artenzahl bereichert — in einer teilweise neuen systematischen Anordnung aufgeführt werden. Die mitteleuropäischen Fordinen werden hier als selbständige Arten ihren mediterranen holozyklischen Stammformen gegenübergestellt.

Die vorliegende Arbeit versucht, einen weiteren Beitrag zur Kenntnis der *Anoeciinae, Tetraneurini, Pemphigini* und *Fordinae* zu liefern. Im Gegensatz zu den meisten anderen Bearbeitungen befaßt sie sich vorwiegend mit den unterirdisch lebenden Formen. Sie hat sich eine dreifache Aufgabe gestellt: 1. Um eine befriedigende Bestimmungsmöglichkeit der in Boerners Katalog (1952) aufgeführten Arten zu gewährleisten, sollen die vorhandenen Beschreibungen überprüft werden. Die Morphologie der untersuchten Arten soll geschildert werden. 2. Es ist die Biologie und Ökologie der im Untersuchungsgebiet gefundenen Arten darzustellen. 3. Gestützt auf die Gedankengänge Mordvilkos (1934, 1935) und Boerners (1939, 1952) sollen die behandelten Gruppen vergleichend biologisch-phylogenetisch betrachtet und gekennzeichnet werden.

Für die Anregung zu dieser Arbeit, für die ihrer Ausführung entgegengebrachte Unterstützung und Anteilnahme und für die mir bei ihrer Ausgestaltung gewährte Freiheit danke ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. J. Stammer. Herrn Prof. Dr. W. Neuhaus (Erlangen) bin ich für mannigfache Beratung in Fragen der Artabgrenzung ebenfalls sehr zu Dank verpflichtet. Zu danken habe ich ferner Herrn Prof. Dr. Sachtleben (Berlin), der mir die Durchsicht der Börnerschen Sammlung gestattete. Für Beratung in systematischen Fragen bin ich den Herren Ob.-Reg.-Rat Dr. Boerner † (Naumburg), D. Hille Ris Lambers (Holland, Bennekom), Prof. Dr. Martelli (Italien, Sassari) und Prof. Dr. F. P. Müller (Rostock) Dank schuldig. Herrn D. Hille Ris Lambers bin ich weiterhin für die liebenswürdige Übersendung von Vergleichsmaterial aus seiner Sammlung sehr verpflichtet.

B) Das Untersuchungsgebiet

Zugrunde gelegt ist der Arbeit das im süddeutschen Raum während der Jahre 1952—1954 gesammelte Material. Es wurden Aphidenpopulationen in geographisch und klimatisch unterschiedlichen Gegenden (Mittelfranken, Maingebiet, Pfälzer Wald, Oberrheinische Tiefebene, südlicher Schwarzwald, Schwäbisch-Bayerische Hochebene usw.) gesucht. Die fort-

laufenden Beobachtungen über den Jahreszyklus der einzelnen Arten erfolgten in der Umgebung Erlangens (Mittelfränkisches Becken und Fränkischer Jura).

Geologie, Boden und Vegetation. An das sich von Süden nach Norden hinziehende, von der Regnitz durchflossene Mittelfränkische Becken schließt sich im Westen das fränkische Keuper-Hügelland und im Osten der Frankenjura an. Die von alluvialen Schottern und Sanden gebildeten Flußauen des Beckens weisen vorwiegend Fettwiesen und Felder auf, Auwälder sind nur noch im geringen Umfang erhalten geblieben. Begleitet werden die Flußauen von diluvialen Terrassen (Geröll, Schotter, Sande), denen Magerrasen und Trockengrasfluren ein besonderes Gepräge verleihen.

Der östliche Abfall des Hügellandes besteht aus Formationen des Sandsteinkeupers, vornehmlich aus Blasen- und Burgsandstein. Auf den hier weit verbreiteten und oft stark podsolierten Sandböden stocken vielfach dürftige Kiefernwälder. Die im Regnitzbecken von quartären Schottern überlagerten oberen Abteilungen des Keupers tauchen am Ostrand der Niederung teilweise wieder auf (Burgsandstein, Feuerletten, Rhätsandstein). Es folgt der Lias, dann — den Sockel der Frankenalb bildend — der Dogger und schließlich die Steilstufe des Malms. Während die Keupersandsteine weitgehend Nadelwälder tragen, breiten sich auf den schweren Tonböden des Schwarzjuras Wiesen und Äcker aus. Der tonige untere Braunjura ist reich an Obstgärten und Grünland. Die Sandsteinböden des oberen Doggers sind in der Regel wieder mit Föhrenwäldern bewachsen.

Ein wechselndes Bild bietet der Weißjura: Dort wo Wasserstau vorliegt, können kräftige Buchen-Mischwälder gedeihen. Auf den trockenwarmen Rendzinen finden sich Steppenrasen. Wo sich auf der Hochfläche Verwitterungslehm angesammelt hat, werden die Böden landwirtschaftlich genützt. Die oft sehr dürftigen Dolomitböden des oberen Malms sind weitgehend mit mageren, teilweise als Kiefernsteppenwald ausgeprägten Föhrenbeständen bedeckt.

Klimaverhältnisse. Das tiefgelegene Mittelfränkische Becken gehört zu den süddeutschen Wärmegebieten. Erlangen (Meereshöhe 251 m) weist folgende langjährige Mittelwerte auf: Januarminimum — 1,1 Grad, Julimaximum +17,7 Grad.

Jahresmittel: +8,2 Grad. Rund 40 Sommertage (Temperatur über 25 Grad), etwa 8 heiße Tage (Temperatur über 30 Grad).

Relative Luftfeuchtigkeit: Maximum mit 88% im Dezember und Januar, Minimum mit 71% im Juni. Jahresmittel: 79%.

Niederschläge: Maximum im Juli mit 75 mm, Minimum im Januar mit 35 mm. Jahresmittel: 743,8 mm.

Das Klima des fränkischen Juras zeigt nur geringfügig tiefere Mitteltemperaturen. Mittelwerte für Gößweinstein (500 m Meereshöhe): Januarminimum — 2,2 Grad. Julimaximum 16,4 Grad. Jahresmittel: 7,1 Grad. Das Mittel der Niederschläge liegt etwas höher als im Regnitzbecken. Infolge weitgehender Verkarstung des Untergrunds stellen die Hochflächen der Frankenalb jedoch während der Sommermonate ein ausgeprägtes Trockengebiet dar.

C) Material und Methodik

Das für die Untersuchungen benötigte Aphidenmaterial wurde auf 185 Halbtag- oder Tagesexkursionen und auf 12 längeren, mehrtägigen bis mehrwöchigen Sammelfahrten eingebracht. Es wurden insgesamt 1574 Funde ausgewertet. Dabei ist eine möglichst vollständige Erfassung der zugänglichen Biotope erstrebt worden. Das Auffinden bestimmter Wurzelaphidenarten konnte durch Nachsuche im Bodenbereich von Ameisennestern (*Lasius, Tetramorium, Myrmica* usw.) erleichtert werden. Dennoch blieb für eine befriedigende Erfassung der subterranen Aphidenfauna das etwas zeitraubende Absuchen einzelner Pflanzenwurzeln Voraussetzung.

Die Grundlagen für die biologischen und ökologischen Daten lieferten die während des ganzen Jahres fortgesetzten Freilandbeobachtungen. Um die Frage nach dem Wirtskreis, der Bindung an den Trophobiosepartner usw. zu klären, wurden einzelne Populationen im Labor gezüchtet. Dies geschah in der Regel in Glastuben, die Wurzeln und Sproß der Wirtspflanze enthielten. Eine größere Anzahl solcher Gläser wurde jeweils in einer feuchten Kammer aufbewahrt. Die Futterpflanzen mußten von Zeit zu Zeit gewechselt werden. Der Erfolg dieser Zuchtmethode hing im wesentlichen davon ab, wie lange die betreffende Wirtspflanze gehalten werden konnte. Soweit nicht die Wahl bestimmter Wirtsarten notwendig war, wurden die Versuche mit *Agropyrum repens, Poa annua* und *pratensis, Lolium perenne, Dactylis glomerata, Taraxacum officinalis, Crepis virens* und anderen, den Zuchtbedingungen gegenüber widerstandsfähigen Pflanzen durchgeführt. Zuchten an eingetopften Wirten erfolgten nur in geringem Ausmaß, da hier keine Möglichkeit zur Beobachtung der Aphidenkolonien gegeben war.

Zur Beobachtung der Wechselbeziehungen zwischen den Wurzelläusen und unterirdisch lebenden Ameisen kamen den jeweiligen Umständen angepaßte Gipsnester zur Anwendung.

Konservierung und Präparation des gesammelten Materials erfolgte nach den von Boerner (1952) und Hille Ris Lambers (1950c) gegebenen Anweisungen. Die in 70%igem Alkohol aufbewahrten Tiere wurden in 10%iger Kalilauge und in Chloralphenol aufgehellt und dann in Faureschem Gemisch eingebettet. Für Meßreihen erwies sich die Behandlung des Materials mit Milchsäure als völlig ausreichend.

II. Zur Morphologie der untersuchten Arten

Da in der vorliegenden Arbeit die als Arten aufgefaßten Gruppen in herkömmlicher Weise mit Hilfe morphologischer Merkmale gekennzeichnet und gegeneinander abgegrenzt werden, erscheint es zweckmäßig, dem systematischen Teil eine kurze Übersicht über die morphologischen Verhältnisse bei Einzeltier und Generationenfolge sowie über die morphologische Variabilität vorauszuschicken.

A) Erklärung der verwendeten morphologischen Begriffe

K ö r p e r g l i e d e r u n g. Der rundlich eiförmige bis spindelförmige Körper der Ungeflügelten zeigt in seinem Umriß meist keine deutliche Gliederung in Kopf, Thorax und Abdomen. Der Hinterleib der adulten Tiere besteht aus 10 Segmenten, wobei allerdings das 9. Segment nur noch ventral durch kleine, oft undeutliche, mit einer Reihe von Borsten (= G o n o c h a e t e n) versehene Höcker (= G o n a p o p h y s e n) vertreten ist. Bei

den Larven fehlen nicht nur die Gonapophysen (=9. Sternit), sondern auch die davor gelegene, oft ± sklerotisierte Genitalplatte (=8. Sternit). Das 10. Tergit, die Cauda, ist bei den untersuchten Gruppen stets nur als flacher Höcker oder als schmale Spange ausgebildet. Das 10. Sternit, die Analplatte, ist meist wesentlich stärker entwickelt, oft rückt dadurch die Analöffnung in eine mehr oder weniger dorsale Lage. Die bei den untersuchten Gruppen vereinzelt und dann nur als flach oder auf schwacherhabenen Höckern liegende Poren auftretenden Siphonen befinden sich seitlich auf dem 5. und 6. Abdominaltergit.

Cuticularstrukturen. Während die Ventralseite der Aphiden nur unregelmäßig gestellte Spitzborsten aufweist, kann die Dorsalbeborstung sehr verschiedenartig ausgestaltet sein. Neben einer dichten, unregelmäßigen Beborstung kommt eine Anordnung in segmentalen Querreihen oder in spinalen (=beiderseits der Körperlängsachse verlaufenden), marginalen (= am Körperrand gelegenen) und pleuralen (= zwischen spinaler und marginaler Reihe liegenden) Längsreihen vor. Neben den Spitzborsten können Gabelborsten, Spatelborsten, Schuppenborsten usw. auftreten. Häufig zeichnen sich bestimmte Borsten der Analregion (Tergit 8, Cauda und Analplatte) durch besondere Stellung, Form und Länge aus, sie bilden einen perianalen Haarkranz. Soweit dieser dazu dient, die ausgeschiedenen Exkrementtropfen festzuhalten, wird er hier als Trophobioseorgan bezeichnet.

Bei einer Reihe von Arten treten zusammengesetzte Wachsdrüsengruppen (=Porenplatten), seltener einzelne Wachsporen auf. Sie sind in der Regel in spinalen, pleuralen und marginalen Längsreihen angeordnet (stets nur eine Querreihe pro Segment). Die auf den Drüsengruppen sitzenden Borsten werden als Plattenborsten, die randständigen als Begleitborsten bezeichnet. In der Unterfamilie der *Anoeciinae* werden an den Seiten des Prothorax und auf den chitinisierten abdominalen Seitenplatten (=Paratergite) flache runde, von einer nur schwach chitinisierten Lamelle gebildeten Marginaltuberkel angetroffen. Bei manchen Arten weist die Cuticula eine polygonale Felderung, Höcker oder Leisten auf. Der Körper der Ungeflügelten ist im allgemeinen weichhäutig, gelegentlich sind Scheitel, Cauda, Anal- und Genitalplatte stärker chitinisiert. Durch Verschmelzung der Panzerung von Tergit 3—6 entsteht die Diskoidalplatte. Bei den Geflügelten ist stets der Kopf und Thorax, meist auch ein Teil der Abdominalregion sklerotisiert. Augen: Ungeflügelte Tiere besitzen Triommatiden (=3linsige Höckeraugen) und gelegentlich vielinsige Facettenaugen. Die Geflügelten haben neben den Triommatidien und den Facettenaugen noch ein frontales und 2 seitlich auf dem Scheitel liegende Punktaugen.

Antenne: Die 3- bis 6gliedrigen Antennen tragen auf den beiden Endgliedern je ein schon im ersten Larvenstadium vorhandenes primäres Rhinar, ein als Riechorgan gedeutetes rundliches oder schmales, oft von einem Wimperkranz umsäumtes Feld. Die Lamelle des Rhinars kann bisweilen ausgestülpt sein. Das distale Rhinar wird oft noch von sehr kleinen rundlichen Poren flankiert (=Begleitrhinarien). Mit Ausnahme der beiden Basalglieder können alle Antennensegmente noch

weitere, verschieden gestaltete, meist unbewimperte Nebenrhinarien (=sekundäre Rhinarien) tragen, die erst im Laufe der Larvalentwicklung erscheinen.

Flügel: Die Vorderflügel besitzen ein Pterostigma mit anschließendem Radialramus, eine einfache oder gegabelte Media und die 2 Cubitaladern. Im Hinterflügel sind 2 Queradern (Cubitaladern) ausgebildet.

Der teilweise einstülpbare Rüssel besteht aus 4 Gliedern. Sein Grundglied ist weichhäutig. Die Tarsen sind in der Regel zwei-, selten eingliedrig.

Die Beine, Antennen und meist auch der Rüssel sind stärker chitinisiert und dichter beborstet als der übrige Körper.

Ein Teil der Arten besitzt keine deutliche Wachsbedeckung, manche Arten sind mit feinem Wachsstaub eingepudert, andere scheiden auf dem Abdomenende umfangreichen Wachsflaum aus.

B) Die Generationsfolge und ihre morphologische Differenzierung

Nicht die Tiere einer einzelnen Generation, sondern die Gesamtheit aller Generationstypen ist bei den Aphiden als Träger der Art zu betrachten. Eine morphologische Gegenüberstellung der einzelnen Glieder der Generationskette erlaubt deshalb, neben phylogenetischen Schlußfolgerungen, oftmals eine bessere Artabgrenzung und eine zutreffendere Beurteilung abweichender Formen.

Bei einer Art mit vollständigem Generationszyklus (=Holozyklus) und Wirtswechsel (=Heteroecie) besiedelt die aus dem Winterei schlüpfende Fundatrix zusammen mit ihrer Nachkommenschaft (=Fundatrigenien) den Haupt- oder Winterwirt. Die Fundatrix und die Fundatrigenien (1 oder mehrere Generationen) werden als Hauptwirtsgenerationen oder auch als fundatrigene Serie bezeichnet. Die zur Abwanderung auf den Nebenwirt (=Sommerwirt) bestimmten geflügelten Fundatrigenien heißen Emigranten, ihre am Nebenwirt lebende Nachkommenschaft wird virginogene Reihe (=Exules oder schlechthin Virginogenien) genannt. Geflügelte Exules können virginopar (=Virgines gebärend) oder sexupar (=Sexuales gebärend) sein. Die sexuparen Exules oder Sexuparae fliegen zum Hauptwirt zurück, wo sie die oft zwerghaft ausgebildeten Männchen und amphimiktischen Weibchen (=Sexuales) absetzen. Die Weibchen legen nach vollzogener Begattung Wintereier ab. Mit Ausnahme der Sexuales sind alle Generationstypen Virgines, d. h. sich parthenogenetisch fortpflanzende Weibchen.

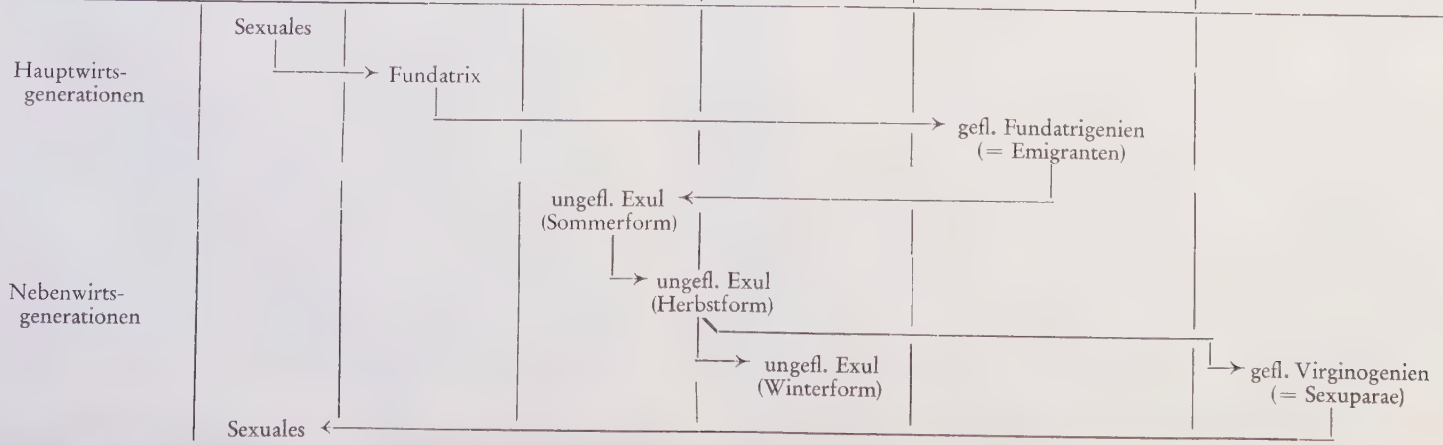
Lebt eine Art ohne Wirtswechsel, so wird sie als monoecisch bezeichnet. Populationen, die nur einen Teil des Holozyklus durchlaufen, heißen anholozyklisch oder parazyklisch.

Betrachtet man die einzelnen Glieder der Generationskette in ihrer natürlichen Reihenfolge, so zeigt sich von den Fundatrices bis zu den virginogenen oder sexuparen Geflügelten hin eine stufenweise reicher werdende morphologische Ausstattung (Diagr. 1). Während die jahreszeitliche Entwicklung der Generationsfolge von der wenig differenzierten[3])

[3]) Etwas gestört erscheint dieses Bild durch den großen Drüsenreichtum der Fundatrices mancher Arten. In phylogenetischer Hinsicht (Mordvilko 1934) darf Drüsenreichtum bei den Aphiden als ursprünglich angesehen werden.

Diagr. 1. *Pemphigus bursarius* L. Morphologische Differenzierung bzw. Rückbildung innerhalb der Generationenfolge.

Rüssel	fehlt	kurz	normal	normal	normal	normal
Flügel	fehlen	fehlen	fehlen	fehlen	vorhanden	vorhanden
Facettenaugen	fehlen	fehlen	fehlen	selten angedeutet	vorhanden	vorhanden
Ant. Gl. Zahl	3—4	4	5	5—6	6	6
Differenzierung der Ant. Gl.	undeutlich	2 Basalgl. 2 Terminalgl.	2 Basalgl. 2 Terminalgl. Mittelgl. = + Basalgl.	2 Basal-, 2 Terminalgl. Mittelgl. durch Länge vom Basalgl. unterschieden	2 Basal-, 2 Mittel- und 2 Terminalgl.	
					sek. Rhin. auf den Mittel- u. Terminalgl. einheitlich	Terminalgl. ohne sek. Rhin. mit Stiftchenreihen
Rhin. Formel	— + 1	+1 +1	— +1/+1	— — +1 +1	8–11 3–4 3 5 +1 2–5 +1	4—9 2—4 0 +1 0 +1
Wimperkranz	undeutlich	schwach ausgeb.	deutlich	deutlich	nur auf dem dist. Ant. Gl.	auf beiden Ant. Endgl.
Porenplatten	?	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
Differenzierung der Porenplatten	—	P. einheitlich	P. einheitlich	P. einheitlich	Porenplatten verschieden ausgeprägt	
		1 Typ: polygonale Poren	1 Typ: rundliche Poren; + Borste	1 Typ: rundliche Poren; + Borste	1. Typ: querovale Spinalplatten 2. Typ: rundliche, reduzierte Marginalplatten	3. Typ: halbmondförmige Platte auf Tergit 8
Porenplatten auf dem P. Thor.	-	vorhanden	fehlen	fehlen	fehlen	vorhanden



Fundatrix zu den morphologisch hochdifferenzierten Sexuparen führt, verläuft die phylogenetische Entwicklung in umgekehrter Richtung von den relativ wenig abgewandelten virginoparen und sexuparen geflügelten Exules zu den stark abgewandelten und rückgebildeten Fundatrices (Mordvilko 1934). Eine auf bestimmte Zielpunkte hin gerichtete morphologische Stufenfolge der Generationskette wurde bei allen daraufhin untersuchten Gattungen *(Anoecia, Tetraneura, Thecabius, Pemphigus)* — im einzelnen natürlich mit zahlreichen Abweichungen — festgestellt. Als Modell mag hier die Differenzierung in der Generationsfolge von *Pemphigus bursarius* dienen (Diagr. 1).

Erläuterungen zu Diagramm 1

Antennen. Die einfachste Antennenausbildung besitzen die Sexuales (4 Glieder von etwa gleicher Länge, nur das letzte Glied durch ein wenig deutlich ausgebildetes Rhinar als Terminalglied gekennzeichnet). Von hier führt über die Fundatrices, Exules und fundatrigenen Geflügelten eine aufsteigende Reihe zu den Sexuparen, deren Antennen eine durch Größenverhältnis, durch Rhinar- und Cuticularausbildung gegebene Gliederung in Basal-, Mittel- und Terminal-Segmente aufweisen.

Porenplatten (Anordnung). (Erklärung der Abkürzungen in der Vorbemerkung zum Systematischen Teil). Bei den einzelnen Generationstypen finden sich die Porenplatten auf folgenden Segmenten: Fundatrix: Spin. Platten auf P. Thor., Ms. Thor., Mt. Thor., Abd. 1—7; Pleur. Platten auf Ms. Thor., Mt. Thor., Abd. 1—6; Marg. Platten auf P. Thor., Ms. Thor., Mt. Thor., Abd. 1—6. Fundatrigene Erstlarven: Spin. Platten auf Abd. 3—7; Pleur. und Marg. Platten gelegentlich auf Abd. 1. Ad. Fundatrigenien: Spin. Platten auf Abd. 1—4, 7 (8); Pleur. Platten auf Abd. 3—6. Exul: Spin. Platten auf Abd. 3—7; Pleur. Platten auf Abd. 3—6. Sexupara: Spin. Platten auf P. Thor., (Ms. Thor.), (Mt. Thor.), Abd. 1, 2, (3), 7, 8; Pleur. Platten auf Abd. 1, (2, 3); Marg. Platten auf Abd. 1—7.

Die größte Zahl an Porenplatten besitzt die Fundatrix (Gallenbewohnerin — Wachsabscheidungen als Benetzungsschutz). Über die Zwischenstufe der fundatrigenen Larven hin erfolgt eine mit Spezialisation des Porenbaus verbundene Reduktion der Plattenzahl bei den Exules. Unter den Geflügelten weisen die Sexuparen eine quantitativ und qualitativ reichere Plattenausbildung auf als die Emigranten. Während bei den Ungeflügelten im Ablauf der Entwicklung eine Konzentration der Platten auf der Abd. Mitte und dem Abd. Ende erfolgt, bilden die geflügelten Formen die auf der Abd. Basis gelegenen Platten stärker aus. Diese Verlagerung der Platten vollzieht sich während der 4. Häutung.

Porenplatten (Struktur). Fundatrix: Einzelporen polygonal und relativ klein, Plattenborste fehlt, Begleitborste fehlt meist, Zentralkern fehlt; Fundatrigenien: Einzelporen polygonal und relativ groß, Plattenborste fehlt, Begleitborste vorhanden, Zentralkern fehlt; Exul: Einzelporen rundlich und relativ groß, Plattenborste vorhanden, Begleitborste fehlt, Zentralkern vorhanden; Sexupara: Einzelporen rundlich und relativ groß, Plattenborste vorhanden, Begleitborste vorhanden, Zentralkern fehlt.

Bei jeder der 4 Generationen liegt ein eigener Bautyp vor, die Typen der Haupt- und Nebenwirtsgenerationen weisen jeweils untereinander eine größere Ähnlichkeit auf.

Erstlarven. Fundatrigene Junglarven unterscheiden sich stark von virginogenen Junglarven (Mordvilko 1935). Bei fundatrigenen Junglarven sind die Porenplatten zahlreicher, der Wimperkranz der Rhinarien ist schwächer entwickelt, die Borsten der Antennenglieder sind kürzer und Glied III ist länger als bei den virginogenen Erstlarven. Diese wiederum zeichnen sich durch eine sehr spezialisierte Antenne aus.

Es zeigt sich somit, daß die morphologischen Veränderungen innerhalb der Generationsfolge nicht ungeordnet ablaufen, sondern die Tendenz zur zunehmenden Differenzierung (phylogenetisch gesehen: weniger starken Rückbildung) erkennen lassen. Dabei sind Haupt- und Nebenwirtsgenerationen durch eine Reihe von Merkmalen näher miteinander verbunden.

C) Art und Umfang der beobachteten Variabilität

Zur Artabgrenzung ist die Kenntnis der innerhalb und zwischen den einzelnen Populationen auftretenden morphologischen Abänderungen erforderlich. Da bei den untersuchten Gruppen mannigfache Variationsmöglichkeiten gefunden wurden, die eine Reihe systematischer Änderungen zur Folge hatten, soll hier ein kurzer Überblick über die angetroffene Variabilität gegeben werden.

Allgemeine Variabilität der gemessenen Werte. Zur Erfassung der Variabilität der diagnostisch wichtigen Körpermaße und Längenverhältnisse wurde deren Häufigkeitsverteilung untersucht. (Vgl. bei *Forda marginata* Koch.) Wo die Verteilungskurve der Merkmale eine deutliche Zweigipfeligkeit zeigte, wurde auf selbständig variierende, sich lediglich im Grenzbereich überlagernde Gruppen geschlossen (z. B. bei *Tetraneura ulmi* L. und T. *longisetosa* Dahl). Bei *Tetraneura* (Diagr. 4) wurde der Versuch unternommen, die vieldimensionalen Variationsmöglichkeiten der larvalen Abdominalbeborstung durch Ähnlichkeitsindices zu erfassen und in einem Diagramm darzustellen.

Jahreszeitlich bedingte Variabilität. Die nach dem Sammeldatum getrennt erfolgende Auswertung des Zahlenmaterials führte — zusammen mit dem Ergebnis von Zuchten und der Untersuchung von Embryonen — in einer Reihe von Fällen zur Feststellung eines saisonalen Polymorphismus. Dieser kann — auf Antennen und Körpermaße beschränkt — nur schwach ausgeprägt sein *(Pemphigus bursarius* L.). Dort wo er sich auf die Länge, Gestalt und Anordnung der Borsten, das Erscheinen von Facettenaugen usw. erstreckt *(Forda marginata* Koch, *F. formicaria* v. Heyd, *Geoica utricularia* s. Mordvilko, *G. setulosa* Pass., *Paracletus, Anoecia nemoralis* Boerner), treten recht unterschiedliche Varianten auf, die in der Literatur vielfach als eigene Arten behandelt werden. Dieser jahreszeitlich beeinflußte Polymorphismus kann fakultativ, d. h. nur bei einem Teil der Populationen auftreten und von oekologischen Faktoren abhängig sein (*Forda formicaria* v. Heyd), bei anderen Arten ist er weitgehend obligatorisch *(Forda marginata* Koch). Ausgesprochener Saison-Polymorphismus wurde nur bei denjenigen Arten angetroffen, die im Beobachtungsgebiet völlig *(Fordinae)* oder überwiegend *(Anoecia nemoralis* Boerner) anholozyklisch leben. In der Regel werden gleichzeitig mit der Sommervariante die bei den betreffenden Formen nur noch vereinzelt auftretenden Geflügelten ausgebildet.

Zwischenformen. Das Auftreten normal fortpflanzungsfähiger, flügelloser Tiere, die teilweise Merkmale der geflügelten Formen besitzen (vielfacettige Augen, Punktaugen, Flügelanlagen, stärkere Sklerotisierung), wird bei Aphiden gelegentlich beobachtet. Diese als „Zwischenformen" bezeichneten Tiere wurden innerhalb der beobachteten Gruppen vorwiegend bei den Exules holozyklischer Arten *(Anoecia, Tetraneura, Pemphigus)* angetroffen. In systematischer Hinsicht kann das Auftreten vielfacettiger Augen bei Arten, deren Exules normalerweise keine Facettenaugen besitzen, irreführend sein.

Morphologische Abweichungen innerhalb der Generationsfolge. In manchen Fällen zeigen als Vertreter einer Art aufgefaßte Populationen (übereinstimmende Morphologie, Biologie, Wirte,

Gallbildungen usw.) innerhalb eines bestimmten Generationstyps Abweichungen, die hier als verfrühter Erwerb oder Ausfall eines anderen Generationen derselben Art zukommenden Merkmale gedeutet werden. Es handelt sich gewissermaßen um eine Verschiebung bestimmter Differenzierungsstufen innerhalb der Generationenfolge (Vgl. Diagr. 1). Beispielsweise besitzen die schwedischen *Colopha*-Fundatrices im Gegensatz zu den mitteleuropäischen noch Siphonen (Tullgren 1909). Die Exules des schwedischen *Pemphigus bursarius* L. haben nach der Beschreibung von Tullgren (1909) noch die Porenplattenanordnung der Fundatrix. In beiden Fällen ist die Generationsfolge des aus Schweden beschriebenen Materials morphologisch weniger stark differenziert als bei den entsprechenden mittel- und osteuropäischen Formen. Ähnliche Erscheinungen liegen bei den Sexuparen osteuropäischer *Thecabius-affinis*-Populationen (Beschreibung bei Mordvilko 1935) vor. Während in den oben geschilderten Fällen die Verschiedenheiten bei Populationen derselben Art regional bedingt zu sein scheinen, werden *Tetraneura ulmi* L. forma *typica* und *T. u.* forma *personata* Boerner als durch die morphologische Differenzierung der Emigranten unterschiedene, im selben Gebiet miteinander auftretende Formen einer Art angesehen.

Sonstige Variabilität. Die morphologischen Verhältnisse bestimmter Populationen einer Art können durch die besiedelte Wirtspflanze beeinflußt sein (*Anoecia corni* F.). Der besiedelte Teil des Wirts kann die Körperfarbe mitbestimmen (*Forda marginata* Koch). In manchen Fällen ist die Färbung der adulten Tiere vom Reifegrad der Embryonen abhängig (*Tetraneura „rosea"* Koch). Oft weisen morphologische Schwankungen bei einzelnen Populationen auf phylogenetische Tendenzen hin. So zeichnet sich etwa der bei den *Tetraneurini* stattfindende Abbau des ersten Tarsengliedes in der starken Variabilität dieses Merkmals bei *Kaltenbachiella* ab. Weitere Beispiele für diese Erscheinungen sind die Beborstung bei *Tetraneura ulmi* L. und *longisetosa* Dahl, der gelegentliche Ausfall der Marginaltuberkel 5 und 6 bei *Anoecia corni* F. und deren endgültiger Verlust bei der nahe verwandten *A. haupti* Boerner und der *A. nemoralis*-Gruppe. Ferner gehört das Auftreten atavistischer Flügeladerung usw. hierher.

III. Systematischer Teil

Vorbemerkungen zum systematischen Teil

Als systematisches Gerüst dient der vorliegenden Arbeit das Katalogwerk von Boerner (1952). Die hier wiedergegebene systematische Anordnung und die Liste der Synonyma ist Boerner (1952) entnommen. Sie wurde überprüft und, wo dieses erforderlich erschien, geringfügig abgeändert oder ergänzt. In einigen Fällen mußte eine von Boerner (1952) abweichende Artabgrenzung vorgnommen werden. Der dabei beschrittene Weg wird im Schlußabschnitt der Arbeit erläutert.

Die Beschreibungen, Angaben über Wirtskreis, Jahreszyklus, Ameisenbesuch, Parasitierung, besiedelte Biotope, Fundorte usw. erfolgen, soweit dies nicht anders vermerkt ist, auf Grund eigener Beobachtungen.

Der Begriff Anholozyklie wird, im Sinne von Hille Ris Lambers und anderer Autoren, zur Bezeichnung einer Überwinterungsform gebraucht.

Er gibt nicht an, ob die betreffende Aphidenpopulation die Möglichkeit zur geschlechtlichen Fortpflanzung verloren hat.

Erklärung der gebrauchten Abkürzungen und Zeichen:

Abb. = Abbildung; Abd. = Abdomen, abdominal-; ad. = adult; anholozykl. = anholozyklisch; Ant. = Antennen; Cu_1, Cu_2 = Cubitus 1, 2; Diagr. = Diagramm; dist. = distal; Gen. = Genus; Gl., gl. = Glied, gliedrig; H. Fl. = Hinterflügel; holozykl. = holozyklisch; Juv. = Juvenes; Körperbr. = Körperbreite; Körperl. = Körperlänge; L_1 L_2 = Erst-, Zweitlarve; marg. = marginal-; Ms.Thor. = Mesothorax; Mt.Thor. = Metathorax; pleur. = pleural; prim. = primär; prox. = proximal; P.Thor. = Prothorax; Rhin. = Rhinarien; Segm. = Segment; sek. = sekundär; spin. = spinal; s. str. = sensu stricto; Sub. Gen. = Subgenus; Syn. = Synonym; Tab. = Tabelle; Thor. = Thorax; Tub. = Tuberkel; Typ. = Typus; Typ. auct. = Typus auctoris; V.Fl. = Vorderflügel. Alle Maßangaben in mm. Prim. Rhin sind durch ein + gekennzeichnet.

Fam. *Thelaxidae* Boerner

Subfam. *Anoeciinae* (Mordvilko) Tullgren

Diagnose: Kopfplatte der erwachsenen Ungeflügelten seitlich hinter den Augen vom Pronotum abgeteilt. Rhin. nicht bewimpert. Rückenborsten zahlreich, schon bei der L_1 zu mehr als 6 auf den mittleren Segm. Ant. der Junglarven 5-gl. Siphonen flach kegelförmig, behaart, erst nach der 1. Häutung erscheinend. An den Seiten des P. Thor. und auf den abd. Paratergiten flache Marg. Tub. Fazettierte Wachsdrüsen fehlen. Beborstung der Analregion bei den Virgines als „Trophobioseorgan" ausgebildet. (Dist. Rand des 8. Tergits mit wimperartig angeordneten langen Borsten, Borsten der Cauda und Analplatte dicht gestellt und gegen die Analöffnung hin gebogen).

Sexuelle flügellos. — An *Cornus*, Gramineenwurzeln und Cyperaceenwurzeln. Ameisenbesuch.

Übersicht über die mitteleuropäischen Arten

Gen. *Paranoecia* nov. gen.

P. pskovica Mordv., monoecisch-holozykl., an *Carex, Eriophorum*

Gen. *Neanoecia* Boerner

N. krizusi Boerner, monoecisch-holozykl. an *Agropyrum*
N. zirnitzi Mordv., monoecisch-holozykl., an *Festuca, Agrostis* usw.

Gen. *Anoecia* Koch, heteroecisch (Hauptw. *Cornus*) holozkl. + anholozkl.

Subgen. *Anoecia* s. str.

A. corni-Gruppe	vorwiegend holozkl.
A. corni F.	? Wirtsrassen an *Dactylis, Agrostis, Holcus* und weiteren Wirten
A. disculigera Boerner	? an *Agrostis, Cynosurus*
A. major Boerner	an *Phalaris, Brachypodium*
A. haupti Boerner	an *Bromus (Eragrostis, Poa)*

A. nemoralis-Gruppe	vorwiegend a n h o l o z k l.
A. nemoralis Boerner	Wirtsrassen an *Poa, Arrhenatherum, Phleum* usw.
A. furcata Boerner	an *Deschampsia, Bromus*

Subgen. *Subanoecia* Boerner

A. vagans Koch	vorwiegend holozkl. an *Agropyrum, Hordeum, Triticum* usw.

Bemerkungen zur Artenliste: Die Arten *A. corni* F. und *A. disculigera* Boerner und andererseits *A. nemoralis* Boerner und *A. furcata* Boerner stehen sich außerordentlich nahe. Bei der beträchtlichen Variabilität der Anoeciinen kann ein Teil der Tiere einer Population oft von der Nachbarart morphologisch nicht unterschieden werden. Da jedoch auf Grund des bisher vorliegenden Materials je zwei von einander getrennte Variationsbereiche angenommen werden können, werden die betreffenden Formen hier als eigene Arten angesehen. Dagegen wird *A. agrostidis* Boerner 1950 für synonym mit *A corni* F. sens. Boerner gehalten.

Eine im Beobachtungsgebiet an *Alopecurus* zweimal angetroffene Population weicht morphologisch von allen bisher beschriebenen Arten ab. (Beborstungstyp der *A. nemoralis* Boerner, aber Marg. Tub. auch auf den Paratergiten 5 und 6). Das geringe zur Verfügung stehende Material rechtfertigt indessen noch keine Neubeschreibung dieser Form als eigene Art.

Zur Phylogenie der Anoeciinen

Die Vertreter der Subfamilie der Anoeciinen zeichnen sich — bei verhältnismäßig einheitlichem morphologischen Habitus — durch sehr mannigfache Wirts- und Generationsverhältnisse aus. Eine phylogenetische Deutung dieser Erscheinung gab Mordvilko (1934, 1935). Er wies auf die schwache morphologische Differenzierung der Generationsfolge bei *Anoecia* hin und schloß hieraus auf eine weniger enge Bindung der einzelnen Generationen an den jeweiligen Wirt. Eine weniger strenge ernährungsphysiologische Spezialisation der Hauptwirtgenerationen habe es einigen Arten ermöglicht, auch mit der fundatrigenen Serie auf den ursprünglichen Nebenwirt überzugehen und hier den vollständigen Generationszyklus zu durchlaufen (= sekundäre Monoecie).

Boerner (1948, 1950) schuf für diese sekundär monoecischen Formen die Gattung *Neanoecia*. Es gelang ihm ferner nachzuweisen, daß die bis dahin (Mordvilko 1935) für sehr variabel gehaltene Art *A. corni* F. in Wirklichkeit ein Gemisch von morphologisch und wirtsmäßig sich unterscheidenden Arten darstellt. Da inzwischen neue Beobachtungen über die Morphologie und Biologie der Anoeciinen vorliegen, soll hier versucht werden, das von Mordvilko gegebene und von Börner überarbeitete phylogenetische Bild dieser Unterfamilie weiter auszugestalten.

Als phylogenetisch alte morphologische Merkmale der Anoeciinen können Spitzborsten, unregelmäßige Borstenstellung, Marg. Tub. auf den Paratergiten 1—7, gut entwickelte Fazettenaugen, 6-gl. Ant., Besitz von Nebenrhin., Panzerung der Abd. Tergite und die Beborstung der Analregion (= „Trophobioseorgan") angesehen werden, da diese Merkmale in allen 3 Gattungen auftreten oder bei den morphologisch ursprünglicheren geflügelten Formen deutlich ausgebildet sind. Als ursprünglich dürfen auch die ventralen Drüsenfelder der oviparen Formen von *Neanoecia* und *Paranoecia* betrachtet werden, die bei den benachbarten Hormaphidinen, bei *Mindarus, Glyphina* usw. ebenfalls vorkommen. Als phylogenetisch ursprüngliche Erscheinung muß schließlich die bei *Paranoecia* und *Neanoecia*

zu beobachtende Ähnlichkeit zwischen Fundatrices, viviparen Virginogenien und oviparen Weibchen gewertet werden.

Da auf Grund der übereinstimmenden Morphologie eine monophyletische Entstehung der Anoeciinen angenommen werden muß und andererseits innerhalb der wirtswechselnden Gattung *Anoecia Cornus* als primäre Wirtspflanze und die als Nebenwirt dienenden Gramineen als sekundär besiedelte Wirte gelten dürfen (MORDVILKO 1928), können die Stammformen der Cornaceen als ursprüngliche Wirte aller Anoeciinen angesehen werden. Von hier aus muß im Verlauf der stammesgeschichtlichen Entfaltung die Besiedlung der Gramineen und Cyperaceen erfolgt sein.

Dabei hat sich bei den Vertretern der Gattung *Anoecia* ein obligatorischer Wirtswechsel herausgebildet. Diese Gattung stellt wegen ihrer „synapomorph"[4]) auftretenden Abbauerscheinungen bei den Sexuales und der fundatrigenen Serie eine von *Paranoecia* und *Neanoecia* getrennte Gruppe dar. Innerhalb der Gattung hat die fast ausschließlich holozykl. *A. corni*-Gruppe eine Anzahl morphologisch ursprünglicher Züge bewahrt. (Ausbildung und Anordnung der Beborstung). Als am wenigsten weit von der Stammform entfernt darf hier *A. corni* F. angesehen werden. (± großer Nebenwirtskreis, vielleicht verbunden mit Wirtsrassenbildung, große morphologische Variabilität, Zahl der Marg. Tub. noch vollständig). Durch Übergang und Spezialisierung auf einen neuen Nebenwirt und dadurch bedingte morphologische Veränderungen (Größenzunahme, positiv allometrische Steigerung der Rüssellänge) kann hieraus die Art *A. major* Boerner entstanden gedacht werden, während sich *A. haupti* Boerner durch endgültigen Verlust der schon bei der Stammart *A. corni* F. gelegentlich ausfallenden Marg. Tub. auf den Paratergiten 5+6 — verbunden mit einer Einengung des Wirtskreises — ableiten läßt.

Die ebenfalls einen großen Wirtskreis besitzende und Ansätze zur Wirtsrassenbildung aufweisende *A. nemoralis*-Gruppe ist nicht nur morphologisch stärker abgewandelt (weitgehender Ersatz der dichten Borstenstellung durch gereihte Anordnung, Verdrängung der Spitzborsten durch Spatelborsten, Verlust der Marg. Tub. auf den Paratergiten 5 und 6), sondern sie zeigt auch eine starke Tendenz zur Anholozyklie. Im Zusammenhang hiermit steht der in dieser Gruppe zu beobachtende Saisonpolymorphismus und die stärker ausgeprägte Formicophilie.

Die Untergattung *Subanoecia* hat sich morphologisch am weitesten von der Ausgangsform entfernt (Umwandlung und Reduktion der Dorsalbeborstung, Verlust der Abd.-Panzerung bei fundatrigenen Geflügelten). Sie zeigt jedoch wie die *Anoecia corni*-Gruppe keine Tendenz zur Anholozyklie. Auch die Bindung an einzelne Nebenwirtsgattungen ist hier noch nicht so eng wie bei den übrigen Gruppen.

Die monoecisch-holozykl. Anoeciinen wurden von BOERNER in der Gattung *Neanoecia* vereinigt. Durch den Fund der zu *Neanoecia* gestellten Art *„pskovica"* Mordv. im Beobachtungsgebiet wurde eine Überprüfung der systematischen Stellung dieser Art möglich. Dabei zeigte sich, daß

[4]) Die Begriffe (syn-)apomorph und (syn-)plesiomorph stammen von HENNIG (1953). Dort, wo im Verlauf der Phylogenie eine Spaltung in 2 Schwestergruppen auftritt, weicht eine Gruppe in der Regel stärker von der Stammform ab (= Apomorphie), während die andere sich weniger weit von dieser entfernt hat (= plesiomorphe Gruppe). (HENNIGS „Deviationsregel"). Übereinstimmung in apomorphen Merkmalen ist Synapomorphie, gemeinsam auftretende plesiomorphe Merkmale werden als symplesiomorph bezeichnet.

„*Neanoecia*" *pskovica* Mordv. nicht nur durch das Fehlen des Terminalfortsatzes der Ant. Gl. von allen übrigen Anoeciinen deutlich unterschieden ist, sondern auch infolge einer abweichenden Ausbildung der ventralen Drüsenfelder eine Sonderstellung einnimmt. Die *Neanoecia*-Arten *krizusi* Boerner und *zirnitzi* Mordv. zeigen eine wesentlich engere Beziehung zur Gattung *Anoecia* als zu der isoliert stehenden Art *pskovica* Mordv. Für diese wird daher die neue, bis jetzt monotypische Gattung *Paranoecia* aufgestellt. Die Gattungen *Anoecia* und *Neanoecia* zeichnen sich gegenüber der neuaufgestellten Gattung *Paranoecia* nicht nur durch eine gemeinsame Nebenwirtsfamilie (=Gramineen) und durch große Ähnlichkeit der virginogenen Formen aus, sie besitzen auch in den hier in der Regel vorkommenden Spatelborsten ein gemeinsames abgeleitetes Merkmal (=Synapomorphie), das eine generische Trennung von *Paranoecia* rechtfertigt.

Diagr. 2. Schema der Phylogenie der *Anoeciinae*

Wirts- und Generationsverhältnisse

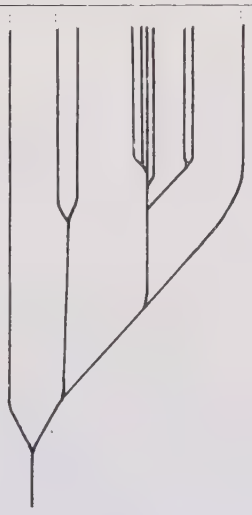
± anholozykl. — Anoecia nemoralis-Gr.

± holozykl., heteroecisch — Subanoecia; Anoecia corni-Gr.

Holozykl., sek. moneocisch — Neanoecia; Paranoecia

Vermutetes Verwandtschaftsverhältnis

(Anordnung auf Grund der Beborstung, der Zahl der Marg. Tub., der Ausbildung des Ant. Endgl. und der morphologischen Differenzierung der Generationenfolge.)



Der plesiomorphen *Paranoecia* steht die synapomorphe Gruppe *Neanoecia* — *Anoecia* gegenüber. Innerhalb dieser Gruppe wird *Anoecia* als apomorph, *Neanoecia* als plesiomorph aufgefaßt.

Paranoecia und *Neanoecia* sind zu einem Zeitpunkt, in dem ihre Generationsfolge noch wenig differenziert war, mit all ihren Generationen auf sekundäre Wirte übergegangen (Mordvilko 1935). Die weitere stammesgeschichtliche Entwicklung wurde hier infolgedessen nicht mehr wie bei *Anoecia* durch einen Wirtswechsel von oberirdisch besiedelten Sträuchern

zu Graswurzeln beeinflußt, sondern lediglich durch die stetige unterirdische Lebensweise bestimmt. Da alle Generationen denselben Wirt bewohnen und den gleichen ökologischen Faktoren ausgesetzt sind, haben sie sich morphologisch bedeutend weniger weit auseinander entwickelt als die Morphen der wirtswechselnden Arten. Dagegen brachte die andauernd unterirdische Lebensweise eine Reihe von allgemeinen Rückbildungserscheinungen mit sich. Es kam zum gänzlichen oder teilweisen Abbau der Abd.-Panzerung, der Facettenaugen, der sek. Rhinarien und gelegentlich zur Verringerung der Zahl der Ant. Gl. Ferner verschwanden die geflügelten Formen weitgehend oder vollständig. Gleichzeitig gestalteten sich die Beziehungen zu bestimmten Ameisenarten enger. Als ursprüngliches (= symplesiomophes) Merkmal blieben die ventralen Drüsenfelder der Oviparen, die die in den Boden abgelegten Eier mit einer schützenden Wachsschicht versehen, erhalten. Während bei *Neanoecia* mindestens 2 morphologisch sehr variable Arten vorliegen, die eine unterschiedliche Reduktion bzw. Differenzierung der systematisch wichtigen Merkmale aufweisen (Beborstung, Marg. Tub., Abd. Panzerung), stellt *Paranoecia pskovica* Mordv. — von den allgemeinen, durch stetige unterirdische Lebensweise bedingten Abbauerscheinungen und dem Fehlen der Terminalfortsätze der Antennen abgesehen — eine noch recht ursprüngliche Form dar. (Marg. Tub. vollständig, noch keine Spatelborsten).

Auch in der Art und Weise der Eiablage und Überwinterung zeigt *Paraneecia* ursprünglichere Verhältnisse. Ähnlich wie in der Nachbargattung *Glyphina* bedecken hier die Weibchen mit Hilfe ihrer Hinterbeine die Eier mit einer deutlich ausgebildeten Wachsumhüllung; diese Eigelege bleiben dann den Winter über in der Regel frei im Boden. Demgegenüber werden die nur spärlich mit Wachs versehenen *Neanoecia*-Eier regelmäßig von Ameisen eingesammelt und in eigenen Kammern gestapelt.

Bestimmungsschlüssel für die ungeflügelten Virginogenien der mitteleuropäischen Anoeciinen[5])

1. (2) Processus terminalis des Ant. Endgl. nicht fingerförmig abgesetzt, nur $^1/_{10}$ der Länge des Endgliedes einnehmend. Fazetten der ventralen Drüsenfelder der Oviparen sehr klein (Durchmesser 0,004—0,007). Monoecisch holozykl., an *Carex*-Wurzeln.
   ... *Paranoecia* nov. gen.
   Abd. ungepanzert, Marg.-Tub. auf den Abd.-Segm. 1—7. Rüssel bis zum 3. oder 4. Abd.-Segm. reichend. Nur Spitzborsten, diese auf Tergit 8, 7 (selten 6, bei Juv. gelegentlich auch 5) jeweils in einer Zeile, sonst dicht gestellt. Facettenaugen fehlend. Große Tiere (2,4—3,0). ... *P. pskovica* Mordv.
2. (1) Processus terminalis des Ant. Endgl. fingerförmig abgesetzt, mindestens $^1/_4$ der gesamten Länge des Endgl. einnehmend. Ventrale Wachsdrüsen der Oviparen entweder fehlend oder mit großen Facetten (Durchmesser 0,009-0,015). Nebenwirt: Gramineen.
3. (6) Monoecisch-holozykl. an Gramineenwurzeln. Fundatrices gleichen den Virginogenien. Ovipare Weibchen in der Regel mit 6 Ant. Gl., so groß wie die virginoparen Tiere, aber mit ungepanzertem

[5]) Bei der Ausarbeitung des Schlüssels wurde ein mir von Herrn Ob.-Reg.-Rat Dr. Boerner freundlicherweise überlassener Bestimmungsschlüssel mitverwendet.

Abd. Virginogenien entweder ohne oder mit kleinen Facettenaugen (bis 25 Ommatidien) und ohne Abd. Panzerung oder, wenn großäugig und mit Rückenpanzerung, ohne Spatelborsten und ohne Marg. Tub. auf den Segm. 5 und 6. ... *Neanoecia* Boerner

4. (5) Virginopare mit sklerotischer Rückenplatte (= Diskoidalplatte). Marg. Tub. fehlen auf den Paratergiten 5 und 6. Nur Spitzborsten, diese auf Tergit 6 und 7 reihig, sonst unregelmäßig gestellt. Mit großen Facettenaugen (60 und mehr Ommatidien). Ant. Gl. II meist länger als I. Ovipare mit weichhäutigem Abd. und ohne Facettenaugen. An *Agropyrum*. ... *N. krizusi* Boerner

5. (4) Ovipare und Virginopare ohne Abd. Panzerung und beide kleinäugig (bis 25 Ommatidien), Ovipare gelegentlich nur mit 5-gl. Ant. Neben Spitzborsten können Spatelborsten vorhanden sein. Marg. Tub. auf den Segm. 1—7. Sek. Rhin. fehlen. An *Festuca, Agrostis* usw. ... *N. zirnitzi* Mordv.

6. (3) Entweder heteroecisch (Hauptwirt *Cornus*, Nebenwirt Gramineen) oder anholozykl. an Gramineenwurzeln. Fundatrix und die zwerghaft ausgebildeten oviparen Weibchen nur mit 5 Ant. Gl. Virginogenien stets mit ± gepanzerten Abd., mit großen Facettenaugen und meist mit sek. Rhin. ... *Anoecia* Koch

7. (18) Fundatrigene Geflügelte mit Abd. Panzerung. Rückenbeborstung der virginogenen Erstlarven stets deutlich (Borstenlänge 0,5—0,1). ... Subgen. *Anoecia* s. str.

8. (15) Zumindest auf den Abd. Tergiten 1—4 dicht und unregelmäßig angeordnete Spitzborsten, dazwischen nur ausnahmsweise vereinzelte Spatelborsten. In der Regel sind die Marg. Tub. auf den Abd. Segm. 1—7 vollständig. Vorwiegend holozykl. ... *A. corni*-Gruppe

9. (14) Marg. Tub. bei normal ausgebildeten Tieren auf den Abd. Segm. 1—7. Oft besitzen auch die Ad. Spatelborsten.

10. (11) Spatelborsten fehlend oder nur auf Tergit 6 und 7. Rüssel bei den Ad. bis zur Abd. Mitte, bei den L_1 bis zum Abd. Ende reichend. Das Verhältnis von Rüsselglied 2—4 zu Ant. Gl. VI beträgt bei den Ad. 4,0—4,8. Große Tiere (2,2—3,0). An *Phalaris arundinaceae*. ... *A. major* Boerner

11. (12) Spatelborsten oft auch auf weiteren Abd. Tergiten. Rüssel bei den Ad. bis zum 3. Coxenpaar, bei den L_1 bis zur Abd. Mitte reichend. Das Verhältnis von Rüssel Gl. 2—4 zum Ant. Gl. VI beträgt bei den Ad. 2,7—4,1.

12. (13) Bei Ad. und Juv. Tergite 7,6 selten auch 5 mit reihig angeordneten, meist spatelförmig ausgebildeten Borsten. Sonst nur dicht und unregelmäßig gestellte Spitzborsten. Sek. Rhin. vorhanden. Länge der ad. Exules 1,9—2,8; Rüssellänge 0,60—1,05. An *Dactylis, Agrostis, Holcus* usw. ... *A. corni* F. sens. Boerner

13. (12) Spatelborsten der Ad. stets auf den Abd. Segm. 7—5, gelegentlich auch auf 4. Die L_1 trägt auf den Tergiten 7—4, selten auch auf 3,2 und 1, je in einer Reihe angeordnete Spatelborsten. An *Cynosurus, Agrostis* usw. ... *A. disculigera* Boerner

14. (9) Marg. Tub. fehlen regelmäßig auf Abd. Segm. 5 und 6. Ad. Tiere nur mit Spitzborsten, diese auf Tergit 7 in einer Reihe, sonst unregelmäßig gestellt. Bei Erstlarven kommen Spatelborsten auf den Tergiten 7—5 vor. An *Bromus* usw. . . . *A. haupti* Boerner

15. (8) Höchstens auf den Abd. Tergit 1 und 2 dicht und unregelmäßig angeordnete Spitzborsten, oft aber auch hier Spatelborsten. Auf den Tergiten 3—7 stehen die Borsten, meist Spatelborsten, gelegentlich Spitzborsten, jeweils in einer sehr lockeren, oft unvollständigen Querreihe. Auf den Abd. Segm. 5 und 6 fehlen die Marg. Tub. stets. Vorwiegend anholozykl.
. . . *A. nemoralis*-Gruppe

16. (15) Spatelborsten auf Abd. Tergit 7—3 (2) (= Winterform) oder auch auf Tergit 1 und auf dem Mt. Thor. (= Sommerform). An *Poa, Arrhenatherum, Phleum* usw. . . . *A. nemoralis* Boerner

17. (14) Spatelborsten (bei Ad. und Larven) auch auf Ms. und P. Thor. und Kopf, häufig auch auf den Ant. und Beinen. An *Bromus, Deschampsia.* . . . *A. furcata* Boerner

18. (7) Fundatrigene Geflügelte ohne Abd. Panzerung. Spatelborsten kommen bei den Virginogenien auf dem ganzen Rücken vor, sind jedoch schon bei L_1 auf der Abd. Mitte so reduziert, daß diese nahezu kahl erscheint. Marg. Tub. auf den Abd.-Segm. 1—7 ausgebildet. Den geflügelten Tieren fehlen auf dem Ant. Endglied stets die Nebenrhin.
. . . Subgen. *Subanoecia* Boerner
. . . A. *vagans* Koch

Beschreibungen der Gattungen und Arten

Gen. **Paranoecia** nov. gen.

Genotyp: *Anoecia pskovica* Mordvilko 1916.

Diagnose: Processus terminalis des Ant. Endgl. nicht fingerförmig abgesetzt, nur etwa 1/10 der Länge des Endgl. einnehmend. Facetten der ventralen Drüsenfelder der Oviparen sehr klein (Durchm. 0,004—0,007). Moneocisch-holozykl. Die einzige bekannte Art an *Carex*-Wurzeln.

Paranoecia pskovica (Mordvilko 1916)

Syn.: *Anoecia pskovica* Mordvilko 1916; *Neanoecia pskovica* (Mordvilko) Boerner 1950;

Untersuchtes Material: 19 eigene Funde.

Ad. ungeflügelte Virginogenie

Körperfarbe: schmutzig weißgrau. Gestalt ähnlich wie bei *Anoecia*, jedoch bedeutend größer. Körper mit Ausnahme von Kopf, Thor., Paratergiten, Genital- und Analplatte ungepanzert, auf dem Abd. höchstens kleine, unregelmäßig begrenzte Skleritfelder. Marg. Tub. auf den Seiten des P. Thor. und auf den Paratergiten 1—7. Es sind nur Spitzborsten (0,05—0,13) vorhanden. Auf Tergit 8, gelegentlich auch auf Tergit 7 und 6 sind sie einreihig, auf den übrigen Tergiten regellos angeordnet. Ant. 6-gl. Der Processus terminalis des letzten Ant. Gl. ist sehr kurz (nur = 1/10 der

Länge von Gl. VI). Die beiden prim. Rhin. wie bei *Anoecia*. Gelegentlich treten sehr kleine (Durchm. ca. 0,008) sek Rhin. auf. Facettenaugen fehlend, nur Triommatidien vorhanden. Rüssel sehr lang, bis zum 3. oder 4. Abd. Tergit reichend. Analregion und Siphonen wie bei *Anoecia*.

Körperl.	2,4—2,7	Ant. Gl. I	0,081—0,130	Rhin. auf:
Körperbr.	1,4—1,7	Ant. Gl. II	0,110—0,145	
Rüssel	1,2—1,5	Ant. Gl. III	0,450—0,570	III 0—6
Ant.	1,3—1,5	Ant. Gl. IV	0,165—0,180	IV 0—3
		Ant. Gl. V	0,165—0,195	V 0—2 +1
		Ant. Gl. VI	0,165—0,210	VI 0 +1

Virginogenie, Erstlarve

Weißlich, langgestreckt. Körperl. ca 1,10—1,20. Marg. Tub. wie bei dem Ad. Siphonen fehlend. Nur Spitzborsten vorhanden, diese auf den Tergiten 8—6, selten auch auf 5 einreihig, sonst unregelmäßig. Rüssel (Länge 0,95—1,25) weit über die Mitte des Abd. hinausreichend.

Ad. amphigones Weibchen (ovipar)

Gleicht der viviparen Virginogenie. Es unterscheidet sich von ihr lediglich durch relativ kürzere Ant. und einen relativ kürzeren Rüssel und durch den Besitz zwei sehr großer, auf der Ventralseite des Abd. liegender Wachsdrüsenfelder. Diese sind rundlich bis oval, sie reichen vom 4. bis 8. Sternit und vom Marg. Tub. bis gegen die Sternitmitte hin. Die Fazetten dieser Drüsenfelder sind außerordentlich klein (Durchm. 0,004—0,007) und sehr zahlreich. Bei reifen Weibchen schimmern die beiden großen Eier dunkel durch das Integument durch.

Lebende Tiere sind an der Abd. Unterseite und an den Flanken mit einer weißen, seidig schimmernden Wachsausscheidung bedeckt.

Körperl.	2,35—3,00	Ant. Gl. I	0,095—0,130	Rhin. auf:
Körperbr.	1,35—1,80	Ant. Gl. II	0,095—0,145	
Rüssel	1,05—1,40	Ant. Gl. III	0,410—0,490	III 0—2
Ant.	1,10—1,40	Ant. Gl. IV	0,130—0,180	IV 0—2
		Ant. Gl. V	0,130—0,195	V 0—2 +1
		Ant. Gl. VI	0,165—0,210	VI 0 +1

Ad. Männchen

Farbe weißlichgrau. Gestreckte, schlanke Körpergestalt; Tier wesentlich kleiner als das Weibchen. Abd. Ende nach unten eingekrümmt. Körper entweder völlig ungepanzert oder nur undeutlich sklerotisiert. Marg. Tub. klein aber deutlich, auf P. Thor. und den Paratergiten 1—7. Nur Spitzborsten (0,06—0,12), diese auf den Tergiten 8 und 7 einreihig, sonst ungleichmäßig aber locker angeordnet. Ant. nur 5-gl. Prim. Rhin. normal. Nur Triommatidien, keine Facettenaugen entwickelt. Ohne Siphonen.

Körperl.	1,50—2,60	Ant. Gl. I	0,082—0,098	Sek. Rhin.
Körperbr.	0,65—0,75	Ant. Gl. II	0,082—0,098	fehlen
Rüssel	0,65—0,82	Ant. Gl. III	0,290—0,330	
Ant.	0,73—0,80	Ant. Gl. IV	0,130—0,145	
		Ant. Gl. V	0,145—0,165	

Biologie

Wirte. Die Art lebt an Wurzeln und Ausläufern von *Carex*. (MORDVILKO gibt sie auch von *Eriophorum* an). Übertragung auf Gramineen gelang nicht.

Generationsverhältnisse. *P. pskovica* ist eine sek. monoecische Art, die vorwiegend holozykl. lebt, vereinzelt jedoch auch anholozykl. zu überwintern vermag.

Jahreszyklus. Ende April schlüpfen die Fundatrices aus den im Boden frei abgelegten Eiern. Den Sommer über wurden die Tiere in der Regel außerhalb von Ameisenhaufen angetroffen. Geflügelte Formen wurden im Beobachtungsgebiet nicht gefunden, sie werden jedoch von MORDVILKO (1935) aus dem westlichen Rußland erwähnt. Es wurden auch im Sommer stets nur kleine Populationen (10—20 Tiere) beobachtet. Von Anfang Oktober bis Anfang Dezember traten neben virginoparen Virginogenien auch ovipare Weibchen auf. Männchen konnten nur in 2 Populationen gefunden werden (Mitte und Ende Oktober). Die Begattung fand Ende Oktober statt. Da die Männchen wesentlich seltener sind als die Weibchen, vermutete MORDVILKO, daß auch unbefruchtete Eier abgelegt werden können.

Die Eiablage begann im Beobachtungsgebiet im November und dauerte bis Anfang Dezember. Die reifen Weibchen fallen zu dieser Zeit sofort durch den weißen Wachsflaum auf, den sie auf der Ventralseite, an den Hinterbeinen und teilweise auch auf dem Rücken tragen. Dieser Wachsflaum umgibt später die beiden großen aneinanderklebenden Eier. Gewöhnlich werden 2 Eier abgelegt, selten nur eins. Oft findet man die toten Weibchen noch in unmittelbarer Nähe des Geleges.

Im Gegensatz zu den Eiern von *Neanoecia zirnitzi* werden die vereinzelt im Boden liegenden und von Wachsflaum umhüllten Eigelege von *Paranoecia pskovica* in der Regel nicht in Ameisennester eingebracht. Dagegen wurden von Ende Oktober ab die ad. Tiere öfters in Ameisenhaufen *(Lasius flavus)* beobachtet, meist in eigenen „Blattlauskammern". Oft kommt es auch in den Ameisenhaufen noch zur Eiablage. Da virginopare Tiere Anfang Dezember nur noch ganz vereinzelt gefunden werden, scheint der größte Teil der Populationen im Spätherbst abzusterben.

Beziehungen zu Ameisen. *P. pskovica* wurde mit folgenden Ameisenarten zusammen angetroffen: *Lasius flavus* (14×), *L. niger* (2×). Insgesamt wurde bei 16 von 19 Populationen Besuch oder Beherbergung durch Ameisen festgestellt. Damit ist *P. pskovica* eine ausgeprägt formicophile Art.

Räuber und Parasiten wurden nicht beobachtet.

Besiedelte Biotope. *P. pskovica* ist eine verhältnismäßig stenotope Art, die feuchte Biotope zu bevorzugen scheint. Sie wurde in feuchten Magerrasen auf staunassem Boden und in anmoorigen Wiesen gefunden.

Fundorte. Die Art war bisher aus Mitteleuropa nicht bekannt, sie wurde aus dem westlichen Rußland und aus Ostpreußen von MORDVILKO (1935) erwähnt, während D. HILLE RIS LAMBERS (brieflich) sie neuerdings

in England feststellen konnte. Eigene Funde aus dem Mittelfränkischen Becken (Erlangen, Biengarten) und aus der Bayerischen Hochebene (Ammerseegebiet).

Gen. Neanoecia Boerner 1950

Typ. auct.: *N. krizusi* Boerner 1950

Diagnose: Processus terminalis des Ant. Endgl. fingerförmig abgesetzt, mindestens 1/4 der gesamten Länge des Endgl. einnehmend. Facetten der ventralen Drüsenfelder der Oviparen verhältnismäßig groß (Durchm. 0,009—0,015). Fundatrices gleichen den Virginogenien, die oviparen Weibchen besitzen in der Regel 6 Ant. Gl. Monoecisch-holozykl. an Gramineenwurzeln.

Neanoecia krizusi Boerner 1950

Die Beschreibung dieser Art, die im Beobachtungsgebiet nicht gefunden werden konnte, beruht auf 4 Präparaten der Sammlung Boerner.

Fundatrix, Erstlarve

Die von Boerner gezüchteten Fundatriceslarven entsprechen völlig der Nachkommenschaft der Virginogenien. Es kann daher angenommen werden, daß auch die adulten Fundatrices mit den Virginogenien übereinstimmen.

Ad. ungeflügelte Virginogenie

Körpergestalt und Farbe wie bei *Anoecia haupti*. Der ganze Rücken ist kräftig chitinisiert. Marg. Tub. fehlen auf den Paratergiten 5+6. Es sind nur Spitzborsten (Länge 0,04—0,065) vorhanden, die auf den Tergiten dicht und unregelmäßig verteilt sind. Nur auf Tergit 6 und 7 reihig geordnete Borsten. Ant. und Facettenaugen wie bei *Anoecia haupti*.

Körperl.	2,10—2,40	Ant. Gl. I	0,088—0,96	Rhin auf:	
Körperbr.	1,45—1,55	Ant. Gl. II	0,096—0,112		
Rüssel	0,65—0,69	Ant. Gl. III	0,288—0,350	III	0
Ant.	0,89—1,06	Ant. Gl. IV	0,120—0,150	IV	0—2
		Ant. Gl. V	0,135—0,175	V	0—2 +1
		Ant. Gl. VI	0,210—0,230	VI	0 +1

Virginogenie, Erstlarve

Länge: 0,80—0,96. Marg. Tub. wie bei Ad. Nur Spitzborsten vorhanden, auf Ms. und Mt. Thor. und auf den Abd. Tergiten jeweils in einer Längsreihe. Rüssel (0,45—0,55) reicht etwa bis zum 3. Abd. Segm.

Ad. ovipares Weibchen

Abd. weichhäutig, nur Kopf, Thor. und Analregion stärker chitinisiert. Marg. Tub. fehlen auf den Paratergiten 5 und 6. Beborstung wie bei den viviparen Ad. Facettenaugen fehlen, nur Triommatidien vorhanden. Ant. 6-gl. Die ventralen Drüsenfelder konnten bei den untersuchten Tieren, vermutlich wegen zu starker Mazeration, nicht mehr festgestellt werden.

Körperl.	1,90—2,00	Ant. Gl. I	0,056—0,064	
Körperbr.	1,05—1,20	Ant. Gl. II	0,072—0,080	
Rüssel	0,45—0,47	Ant. Gl. III	0,150—0,185	Sek. Rhin. fehlen
Ant.	0,59—0,72	Ant. Gl. IV	0,072—0,096	
		Ant. Gl. V	0,088—0,120	
		Ant. Gl. VI	0,160—0,185	

Die Art lebt monoecisch-holozykl. an Wurzeln von *Agropyrum*. Nur aus der Umgebung Naumburgs bekannt.

Neanoecia zirnitzi (Mordvilko 1931)

Syn.: *Anoecia zirnitzi* Mordvilko 1931.

Untersuchtes Material: 3 Präparate der Sammlung Boerner. 29 eigene Funde.

Die Dorsalbeborstung der in dieser Art vereinigten Tiere ist teilweise recht unterschiedlich ausgebildet. Da aber einzelne Populationen eine vermittelnde Stellung einnehmen und andererseits in 2 Fällen innerhalb einer Population eine Umwandlung des Borstentyps beobachtet werden konnte, scheint eine Aufspaltung der Art auf Grund des vorliegenden Materials noch nicht gerechtfertigt.

Fundatrix. Erstlarve

Fundatriceserstlarven (Körperl. 0,85—1,05) gleichen in allen Merkmalen denen der Virginogenien, es wurden jedoch stets nur Spitzborsten beobachtet. Nach der 1. Larvalhäutung können diese teilweise durch Spatelborsten ersetzt werden.

Ad. ungeflügelte Virginogenie

Körperfarbe je nach dem Grad der Sklerotisierung graugrün, bräunlichgrün bis olivbraun. Gestalt wie bei *Anoecia*. Die Abd. Tergite stets ohne Diskoidalplatte, Rücken entweder völlig weichhäutig oder mit kleinen, unregelmäßig verteilten Skleritplättchen, bei manchen Tieren sind noch größere Partien der Abd. Mitte zusammenhängend, aber schwach sklerotisiert. Marg. Tub. auf den Seiten des P. Thor. und auf den Paratergiten der Abd. Segm. 1—7, auf 5 und 6 gelegentlich undeutlich. Borsten auf dem 8. und 7. Tergit jeweils in einer Zeile, sonst unregelmäßig angeordnet. Spatel- bzw. Gabelborsten entweder auf den Tergiten 1—7, dem Thor. und Kopf (vereinzelt auch auf Ant. und Beinen), oder nur auf dem Abd. und der hinteren Thor. Region, sehr oft vollständig durch Spitzborsten ersetzt (Durchschnittl. Länge der Spitz- bzw. Spatelborsten: 0,04—0,10). Facettenaugen entweder völlig fehlend oder nur sehr klein, mit 2—10, selten bis 25 Ommatidien. Ant. meist 6-gl., selten 5-gl. (Gl. III und IV dann nicht getrennt). Prim. Rhin. wie bei *Anoecia*. Rüssel bis zum 3. Coxenpaar reichend. Analregion und Siphonen wie bei *Anoecia*.

Körperl.	1,45—2,10	Ant. Gl. I	0,057—0,081	
Körperbr.	0,95—1,30	Ant. Gl. II	0,065—0,098	
Rüssel	0,42—0,54	Ant. Gl. III	0,147—0,200	
Ant.	0,60—0,75	Ant. Gl. IV	0,073—0,114	Sek. Rhin. fehlen
		Ant. Gl. V	0,098—0,130	
		Ant. Gl. VI	0,147—0,180	

Virginogenie, Erstlarve

Weißlich, langgestreckt (Körperl. 0,80—0,90). Marg. Tub. auf P. Thor. und Abd. Segm. 1—7. Siphonen fehlend. Borsten auf Abd. und Thor. jeweils einzeilig (auch noch bei L_2). Spatel- bzw. Gabelborsten können auf den Abd. und Thor. Tergiten und auf dem Kopf ausgebildet sein. Rüssel (Länge 0,39—0,41) das 3. Coxenpaar überragend.

Ad. ovipares Weibchen

Färbung und Gestalt wie bei den viviparen Tieren, jedoch scheinen bei reifen Ad. die beiden Wintereier dunkel durch das Integument. Weiter unterscheiden sich die Tiere von der viviparen Form durch zwei an den Seitenrändern der hinteren ventralen Abd. Region liegende Wachsdrüsenfelder. Diese aus kleinen polygonalen Facetten (Durchm. 0,009—0,015) zusammengesetzten Drüsenfelder besitzen eine rundlich-ovale Gestalt, sie liegen auf dem 4.—6. Sternit. Etwa 30% der untersuchten Tiere besaßen 5-gl. Ant. (Gl. III und IV nicht getrennt, Länge des Gl. III in diesem Fall 0,212—0,245.) Die übrigen Merkmale und Maße wie bei der viviparen Form, jedoch sind im Durchschnitt die Facettenaugen noch etwas kleiner und die Sklerotisierung der Abd. Tergite ist etwas geringer. Lebende Tiere tragen auf der Ventralseite und den Flanken des Abd. eine weiße, seidig glänzende Wachsausscheidung.

Biologie

W i r t e. Die Tiere wurden auf dünnen Wurzeln von *Festuca rubra fallax* (5×), *F. ovina* (1×), *Agrostis tenuis* (3×), *Brachypodium silvaticum* (1×) und einer Reihe weiterer Gramineen gefunden. Die Fundatrices konnten an *Lolium multiflorum* gezüchtet werden.

G e n e r a t i o n s v e r h ä l t n i s s e. Die Art ist sek. monoecisch und holozykl.

J a h r e s z y k l u s. Von Mitte bis Ende April schlüpfen die jungen Fundatrices aus den in Ameisenhaufen gestapelten Wintereiern. Auf der Suche nach Wirtspflanzen wandern sie großenteils aus den Ameisenhaufen aus. Vom Mai bis zum Oktober wurden die Aphiden in der Regel frei im Boden gefunden. Geflügelte Tiere konnten nicht beobachtet werden, sie sind auch in der Literatur nicht erwähnt. Die Tiere leben jeweils nur in kleinen Kolonien, deren Umfang 15 bis 20 Individuen nicht übersteigt. Von Oktober bis Anfang Dezember treten ovipare Weibchen auf. Der Umstand, daß bei dieser Art zwar 12 Populationen mit oviparen Weibchen, aber niemals Männchen gefunden wurden, spricht dafür, daß sie — zumindest im Beobachtungsgebiet — ihre Wintereier parthenogenetisch zu erzeugen vermag. Ein sicherer Nachweis durch Zucht von isolierten Weibchen gelang jedoch nicht.

Die Eiablage setzte Mitte Oktober ein und dauerte bis zum Dezember. Sie fand in fast allen Fällen in Ameisenhaufen statt. In der Regel werden von jedem Weibchen 2 Eier abgelegt. Frei in die Erde abgelegte Eier, die im Gegensatz zu *P. pskovica* nur eine sehr spärliche oder gar keine Wachshülle besitzen, wurden von *Lasius flavus* eingesammelt. Diese Ameise deponiert die Eier zusammen mit denen anderer Wurzelaphiden in eigenen Kammern. Sie sind dort miteinander zu großen Massen verklebt. Einzelne Ei-

pakete enthielten bis zu 900 Eier! Die Weibchen sterben nach der Eiablage. Anfang Dezember wurden nur noch vereinzelte virginopare Tiere in den Ameisenhaufen gefunden. Eine erfolgreiche Überwinterung ad. Tiere konnte nicht festgestellt werden.

Beziehungen zu Ameisen. Die Art wurde stets nur mit *Lasius flavus* (28 ×) zusammen gefunden. Von 29 beobachteten Populationen wurde bei 28 Besuch oder Beherbergung durch Ameisen festgestellt. 14 von Mai bis Oktober gefundene Kolonien befanden sich zwar außerhalb der Ameisenhaufen, aber oft in deren unmittelbarer Nähe. Von November bis April wurde *N. zirnitzi* nur in Ameisenhaufen angetroffen. Immer wurden die Wintereier in Ameisennestern deponiert. Dabei kam ihnen eine sorgfältige Pflege von seiten der Ameisen zu. Bei Störung des Nestes wurde stets sofort der Abtransport der freiliegenden Eier durchgeführt. In Gläsern aufbewahrte Eier wurden von den beigegebenen Ameisen wiederholt umlagert, nachdem sich in den ursprünglichen Kammern Kondenswasser niedergeschlagen hatte.

Damit erscheint bei *Neanoecia zirnitzi* eine engere Bindung an Ameisen (*Lasius flavus*) vorzuliegen, als bei den übrigen Vertretern der *Anoeciinae*. Da in Zuchtversuchen eine unmittelbare Abhängigkeit der Aphiden von Ameisen nicht nachgewiesen werden konnte und da hier die Eier auch ohne Ameisenbetreuung im Frühjahr junge Fundatrices lieferten, kann die Art zwar nicht als formicobiont bezeichnet werden, sie zeigt aber — offenbar bedingt durch die Monoecie an Wurzeln und durch das Fehlen eines wirksamen Schutzes für die abgelegten Eier — eine stark entwickelte Formicophilie.

Räuber und Parasiten wurden nicht beobachtet.

Besiedelte Biotope. Die Art wurde häufig gefunden in Fettwiesen, Magerrasen, Unkrautgesellschaften aller Art und in feuchten Wiesen. Vereinzelte Funde liegen vor aus mageren Bergweiden (Borstgrasgesellschaft) und aus der Silbergrasflur.

Fundorte: *Neanoecia zirnitzi* wurde aus Polen und Lettland von MORDVILKO (1935) beschrieben, BOERNER (1952) fand die Art in Thüringen, eigene Funde stammen aus dem Mittelfränkischen Becken, dem Maingebiet, dem Schwäbischen Jura, dem südlichen Schwarzwald und der Bayerischen Hochebene.

Gen. **Anoecia** Koch 1856

Typ. auct.: *Aphis corni* Fabricius 1775.

Syn.: *Schizoneura* Passerini 1863 (gleicher Typ) non Passerini 1860.

Diagnose: Processus terminalis des Ant. Endgl. fingerförmig abgesetzt, mindestens 1/4 der gesamten Länge des Endgl. einnehmend. Fundatrices und ovipare Weibchen mit 5 Ant. Gl., Exules mit 6 Ant. Gl., mit gepanzertem Rücken und deutlich ausgebildeten Facettenaugen. Heteroecisch-holozykl. oder anholozykl. Hauptwirt *Cornus*, Nebenwirt Gramineen.

Sub. Gen. **Anoecia** s. str. Boerner 1952

Diagnose: Fundatrigene Geflügelte mit Discoidalplatte.

Anoecia corni (Fabricius 1775) sensu Boerner 1952

Syn. *Aphis corni* Fabricius 1775; *Schizoneura corni* Hartig 1841; *Anoecia agrostidis* Boerner 1950.

Untersuchtes Material: 4 Präparate der Sammlung Boerner, 70 eigene Funde.

Bei der Aufspaltung der *Anoecia corni* auctorum in morphologisch und wirtsmäßig voneinander abgegrenzte Arten (Boerner, 1952) verblieben diejenigen Formen, deren Exules an Wurzeln von *Dactylis, Agrostis, Holcus* und *Bromus* leben und durch eine Reihe gemeinsamer Merkmale gekennzeichnet sind (Marg. Tub. auf den Paratergiten 1—7, Junglarven höchstens auf den Tergiten 5—7 mit Spatelborsten) bei der Art *Anoecia corni* F.

In der vorliegenden Arbeit können einerseits einige neue Nebenwirte genannt werden, während andererseits eine weitgehende Bindung der einzelnen Populationen an ihren jeweiligen Nebenwirt festgestellt wird. Gleichzeitig werden zwischen einigen von diesen wirtsspezifisch gebundenen Gruppen geringfügige morphologische Unterschiede gefunden. Die Art *Anoecia* sensu Boerner ist also weder wirtsmäßig noch morphologisch völlig einheitlich. Da die hier eingeordneten Populationen jedoch durch die Zahl der Marg. Tub. und die Art der Beborstung eine von den Nachbararten deutlich abgegrenzte Gruppe bilden, deren gemeinsame Merkmale viel stärker ins Gewicht fallen als die individuellen Abweichungen einzelner Populationen, erscheint eine noch weitere Aufspaltung der im Boernerschen Sinne aufgefaßten Art nicht gerechtfertigt.

Boerner (1950) gab für seine *A. agrostidis* folgende Diagnose: Marg. Tub. auf Tergit 5+6 fehlend. Virginogene Larven auf Kopf, Beinen, Fühlern und P. Thor. nur mit Spitzborsten. Spatelborsten der Erstlarven auf Abd. ring 7—1, Ms. + Mt. Thor., aber auf dem Thor. nur spinal. An Wurzeln und Rhizomen von *Agrostis*.

Gekennzeichnetes Typenmaterial liegt in der Sammlung Boerner nicht vor, jedoch konnten 2 Präparate von Exules geprüft werden, deren Nummer mit der Nummer von *A. agrostidis* in Boerners Katalog (1952) übereinstimmt. Dieses Material gleicht völlig der *A. corni* sensu Boerner. Boerners Diagnose dürfte an Hand abweichend ausgebildeter Emigrantennachkommen aufgestellt sein. Da keine qualitativen morphologischen Unterschiede zwischen *A. corni* und den an Agrostis gesammelten *Anoecia*-Populationen vorliegen, wird *A. agrostidis* hier als Synonym von *A. corni* betrachtet.

Tiere der fundatrigenen Serie

Eine Zuordnung der *Anoecia*-Fundatrices und Fundatrigenien auf *Cornus sanguinea* zu den entsprechenden wurzelbewohnenden Formen ist wegen der Merkmalsarmut der Hauptwirtsgenerationen noch nicht möglich.

Allgemein unterscheiden sich die Fundatrices von den Exules durch

1. das Fehlen von Facettenaugen;
2. den Besitz von nur 5 Antennengliedern;
3. das Fehlen sek. Rhin.;
4. die starke Variabilität in der Beborstung und in der Ausbildung der Marg. Tub. Etwa ein Drittel der untersuchten Tiere besitzt z. B. auf einer Körperseite Marg. Tub. auf den Abd. Segm. 1—7 (*A. corni*-Typ), während auf der anderen Körperhälfte die Tuberkel auf den Segm. 5 und 6 fehlen (*A. nemoralis*-Typ).

Die ungefl. Fundatrigenien besitzen wie die Exules Facettenaugen, 6 Ant. Gl. und sek. Rhin., sie zeigen aber nicht den für die Exules kennzeichnenden Beborstungstyp.

Ad. geflügelte Fundatrigenie

Extremitäten, Ant., Kopf und Thor. schwarzbraun, die Abd. Tergite 3—6 zu einer schwarzen sklerotisierten Platte verschmolzen (=Diskoidalplatte). Tergit 1 und 2 mit je einem kleinen braunen Querstreif. Tergit 7 mit dunklem Querband. Cauda, Anal- und Genitalplatte infolge Sklerotisierung schwärzlich, die weichhäutigen Teile des Abd. blaßgrünlich. Flügelgeäder: V. Fl.: Pterostigma groß, Radialramus gebogen. Die einmal gegabelte Media in ihrem prox. Drittel verwischt. Cu_1 und Cu_2 an der Basis deutlich getrennt, nach hinten divergierend. H. Fl.: Cu_1 und Cu_2 an der Basis weit getrennt, nach hinten divergierend. An den Seiten des P. Thor. und auf den Paratergiten der Abd. Segm. 1—7 je ein runder,

nur wenig vorspringender Marg. Tub. (Durchmesser ca. 0,06). Die Marg. Tub. des 6. und 5. Segm. meist kleiner, gelegentlich fehlend. Der ganze Körper dicht mit spitz endenden Borsten (0,06—0,10) besetzt, lediglich auf der Abd.-Mitte ist die Beborstung spärlich und kurz (0,02—0,03). Ant. 6-gl., dicht und lang (0,06) beborstet. Die beiden prim. Rhin. groß und quer-oval (größter Durchmesser gleich Glieddurchmesser), ohne Wimperkranz. Das dist. prim. Rhin. mit einem Kranz von Begleitrhin. Der Durchmesser der rundlichen bis quer-ovalen sek. Rhin. erreicht meist nicht den Betrag des Glieddurchmessers. Rüssel über das zweite Coxenpaar hinausreichend. Siphonen flach kegelförmig, beborstet. Der dist. Rand des 8. Tergits mit wimperartig angeordneten, schwach gekrümmten, langen (0,09) Borsten. Die Cauda trägt kürzere, unregelmäßig gestellte und gegen die Analöffnung hin gekrümmte Borsten. Die Analplatte mit dichter, langer (0,09), nach oben gebogener Beborstung. Gonapophysen undeutlich.

Körperl.	2,4 —2,7	Ant. Gl.	I	0,08 —0,096	Rhin. auf:		
Körperbr.	0,9 —1,2	Ant. Gl.	II	0,086—0,091			
V. Fl.	2,6 —2,8	Ant. Gl.	III	0,350—0,380	III	9—13	
Rüssel	0,85—1,05	Ant. Gl.	IV	0,120—0,135	IV	3—4	
Ant.	0,90—1,05	Ant. Gl.	V	0,120—0,145	V	2—3	+ 1
		Ant. Gl.	VI	0,158—0,185	VI	1	+ 1

Ad. ungeflügelter Exul

Hellbraun bis dunkelbraun, oft mit olivgrünem Einschlag. Die Sklerotisierung nimmt gegen das Körperende zu, die Tergite 3—6 verschmelzen öfters, vor allem bei den Herbstgenerationen, zu einer starren, schwarzbraun gefärbten Chitinplatte (= Diskoidalplatte). Körper abgeflacht, Umriß oval. An den Seiten des P. Thor. und auf den Paratergiter der abd. Segm. 1—7 je ein rundes flaches Marg. Tub. (Durchm. 0,03—0,08, oft innerhalb derselben Population stark schwankend). Die Marg. Tub. auf Segm. 6 und 5 meist klein, gelegentlich ganz fehlend. Der ganze Körper mit unregelmäßig und dicht angeordneten Spitzborsten (0,06—0,12), nur die letzten Tergite, (7, 6, selten 5) meist auch mit spatelförmigen Borsten. Auf Tergit 8—6 (5) stehen die Borsten in einer Querreihe. Neben den Triommatidien sind mittelgroße, aus etwa 60 Ommatidien zusammengesetzte Facettenaugen vorhanden. Ant. 6-gl., dicht und langbeborstet. Die prim. Rhin. rundlich bis queroval, ohne Wimperkranz. Das dist. Rhin. mit einer Gruppe von Begleitrhin. Die sek. Rhin. gleichen den prim. Rüssel das 3. Coxenpaar errechend. Auf dem 6. Abd. Segm. die flach kegelförmigen beborsteten Siphonen (Durchm. 0,2). Der Hinterrand des Tergit 8 wird von etwa 10 schwach gekrümmten Borsten (Länge ca. 0,09) gesäumt. Anal- und Genitalplatte sind dicht mit ebenso langen Borsten besetzt. Die Borsten der Analplatte und der Cauda sind gegen die Analöffnung hin gekrümmt (= Perianaler Haarkranz). Gonapophysen undeutlich.

Körperl.	1,90—2,80	Ant. Gl.	I	0,073—0,097	Rhin. auf		
Körperbr.	1,05—1,55	Ant. Gl.	II	0,080—0,090			
Rüssel	0,60—1,05	Ant. Gl.	III	0,290—0,460	III	0—10	
Ant.	0,90—1,25	Ant. Gl.	IV	0,105—0,175	IV	1—4	
Index:		Ant. Gl.	V	0,135—0,180	V	0—3	+ 1
Rüsselgl. 2—4		Ant. Gl.	VI	0,150—0,255	VI	0—1	+ 1
zu Ant. Gl. VI = 2,7—4,1							

Exul, Erstlarve

Blaßgelblich grün, Gestalt langgestreckt. Länge 0,8—1,0. Die Marg. Tub. am P. Thor. und auf den Abd. Segm. 1—7 deutlich ausgebildet. Die Tergite 5—7 mit einreihig angeordneten, meist spatelförmigen Borsten besetzt, gelegentlich auf dem Tergit 5 selten auf 6 und 7 nur Spitzborsten. Die übrigen Tergite mit dicht und unregelmäßig gestellten Spitzborsten (ca. 20—35 pro Tergit). Die Scheitelregion des Kopfes trägt etwa 40 Spitzborsten. Ant. 5-gl., nur mit prim. Rhin. Siphonen noch nicht ausgebildet. Rüssel das Abd.-Ende nicht erreichend, seine Länge stark variierend (= 0,55 bis 0,9).

Ad. geflügelter Exul (virginopar)

Die Tiere gleichen den Emigranten, besitzen jedoch durchschnittlich eine höhere Zahl sek. Rhin.

Körperl.	1,75—3,00	Ant. Gl.	I	0,073—0,091	Rhin. auf		
Körperbr.	0,8 —1,20	Ant. Gl.	II	0,085—0,091			
V. Fl.	2,3 —3,00	Ant. Gl.	III	0,340—0,395	III	10—17	
Rüssel	0,62—0,97	Ant. Gl.	IV	0,115—0,140	IV	3—5	
Ant.	0,93—1,08	Ant. Gl.	V	0,120—0,150	V	1—4	+ 1
		Ant. Gl.	VI	0,155—0,200	VI	0—2	+ 1

Ad. geflügelter Exul (sexupar)

Die Sexuparen entsprechen morphologisch den virginoparen Geflügelten und den Emigranten, sie sind jedoch durchschnittlich etwas größer und besitzen im Mittel mehr sek. Rhin. als die beiden anderen geflügelten Formen.

Körperl.	2,1 —3,15	Ant. Gl.	I	0,085—0,097	Rhin. auf		
Körperbr.	0,98—1,45	Ant. Gl.	II	0,085—0,097			
V. Fl.	2,85—3,70	Ant. Gl.	III	0,350—0,500	III	10—17	
Rüssel	0,68—0,90	Ant. Gl.	IV	0,140—0,180	IV	3—5	
Ant.	1,00—1,35	Ant. Gl.	V	0,134—0,180	V	1—4	+ 1
		Ant. Gl.	VI	0,188—0,225	VI	0—2	+ 1

Sexuales, Erstlarve

Gelblich, langgestreckte Gestalt (Länge 0,65—0,80). Marg. Tub. auf dem P. Thor. und den Abd. Segm. 1—4 stets vorhanden, auf Segm. 7 gelegentlich, auf 5 und 6 oft fehlend. Nur Spitzborsten (Länge 0,035—0,07). Kopf mit etwa 20 Scheitelborsten. Thor. und Abd. Segm. mit nur je einer Borstenreihe, Thor. und Abd. Tergit 1—5 mit je 6 bis 10 Borsten, Tergit 6 und 7 mit 6 (4), Tergit 8 mit 6—8 langen (0,07) wimperartig angeordneten Borsten. Ant. 5-gl., mit zwei rundlichen prim. Rhin. Siphonen fehlen. Rüssel (Länge ca. 0,025) erreicht das 3. Coxenpaar.

Die Erstlarven beider Geschlechter sind einander sehr ähnlich, jedoch ist bei den männlichen Junglarven die Zahl der Tergitborsten in der Regel höher (Tergit 1—5 meist 10 Borsten) und die Körperfarbe etwas dunkler. Die beiden Geschlechter werden mit jeder Häutung unähnlicher.

Ad. amphigones Weibchen (ovipar)

Gelblich bis bräunlich, nur Kopf, P. Thor., Cauda und Genitalplatte stärker chitinisiert. Tiere langgestreckt. (Körperl. ca. 1,20 bis 1,30, Breite

ca. 0,50) Marg. Tub. auf Tergit 1—4 deutlich, auf 7 gelegentlich, auf 5 und 6 öfters fehlend. Beborstung sehr spärlich und kurz. Ant. 5-gl., relativ kurz (0,4). Nur Triommatidien, keine Facettenaugen. Siphonen vorhanden.

Bei reifen Tieren schimmern die beiden (selten 1) Wintereier dunkel durch das Körperintegument.

Ad. Männchen

Infolge starker Chitinisierung der einzelnen Segmente erscheint der ganze Körper dunkelbraun. Zwerghafte, langgestreckte Tiere (Länge 0,85 Breite 0,3). Körperende ventralwärts eingekrümmt. Marg. Tub. wie beim Weibchen. Die Tiere sind mit zahlreichen Spitzborsten besetzt. Ant. 5-gl., relativ lang (0,4). Neben den Triommatidien auch gut entwickelte Facettenaugen. Siphonen fehlen.

Morphologische Unterschiede zwischen Populationen an verschiedenen Nebenwirten

Übertragungsversuche zeigten, daß die an *Dactylis, Agrostis, Holcus* und *Calamagrostis* lebenden Populationen — zumindest temporär als Nebenwirtsgenerationen — streng an den jeweiligen Wirt gebunden sind. Ein Vergleich dieser Populationen zeigt nun auch geringfügige morphologische Unterschiede (Tab. 1).

Tab. 1. Vergleich von Ad. Exules von A. corni von verschiedenen Nebenwirten

Nebenwert	Körperlänge	Rüssellänge	Antennen	Rüssel der Erstlarve	Sklerotisierung
Dactylis	2,40 ± 0,14	0,78 ± 0,07	1,00 + 0,06	0,66 + 0,04	sehr schwach
Agrostis	2,24 + 0,14	0,73 ± 0,07	0,97 ± 0,04	0,61 + 0,04	sehr schwach
Holcus	2,47 ± 0,13	0,75 ± 0,04	1,16 ± 0,02	0,65 ± 0,04	mittelstark
Calamagrostis ..	2,66 + 0,19	0,97 ± 0,04	1,10 ± 0,12	0,78 ± 0,08	mittelstark

Der Tabelle liegen die Mittelwerte und die Streuung von durchschnittlich je 10 aus mehreren Populationen wahllos herausgegriffenen Tieren zugrunde. Die Werte weisen, zusammen mit den Angaben über die Sklerotisierung des Abd., darauf hin, daß bei den Nebenwirtsgenerationen von *A. corni* mit der ernährungsphysiologischen Spezialisierung auf bestimmte Wirtsarten auch eine — allerdings schwache — morphologische Differenzierung (unterschiedliche Sklerotisierung und Größe, Verschiebung einzelner Proportionen) auftritt.

Biologie

Wirte und Wirtsbindung. Als Hauptwirt dient *Cornus sanguinea*, Migrationstest MORDVILKO 1907. (Es läßt sich zwar im Herbst beobachten, daß die Sexuparen ihre Nachkommenschaft auch auf *Cornus mas* und anderen *Cornus*-Arten absetzen, hier vermag sie sich aber nicht weiter zu entwickeln.) Als Nebenwirte wurden gefunden: *Dactylis glomerata* (28×); *Agrostis tenuis* (10×), *A. alba* (10×); *Holcus lanatus* (3×), *H. mollis* (2×); *Calamagrostis epigeios* (6×); *Brachypodium silvaticum* (2×), *B. pinnatum* (1×); *Cynosurus cristatus* (1×); *Sesleria coerulea* (2×); *Poa annua* (1×). Die Tiere saugten jeweils an den Wurzeln, nicht am Wurzelhals.

Übertragungsversuche wurden zwischen folgenden Wirten vorgenommen:

von *Dactylis glomerata*	auf *Poa pratensis*
von *Dactylis glomerata*	auf *Agrostis alba*
von *Agrostis tenuis*	auf *Dactylis glomerata*
von *Agrostis alba*	auf *Dactylis glomerata*
von *Holcus mollis*	auf *Dactylis glomerata*
von *Holcus mollis*	auf *Agrostis tenuis*
von *Holcus lanatus*	auf *Dactylis glomerata*
von *Holcus lanatus*	auf *Calamagrostis epigeios*
von *Calamagrostis epigeios*	auf *Dactylis glomerata*

In keinem Fall konnte eine Besiedlung der fremden Wirtsart erzwungen werden. Zur Kontrolle durchgeführte Übertragungen auf andere Individuen der gleichen Wirtsart gelangen immer. Die Übertragungsversuche wurden im Sommer durchgeführt, also durchweg mit Tieren, die schon seit ein paar Generationen an dem jeweiligen Wirt lebten. Daher kann die Frage, ob es sich bei dieser engen Bindung an bestimmte Nebenwirte um eine genotypisch verankerte Erscheinung handelt, oder ob eine jeweils im Verlauf der virginogenen Generationen neu eintretende Spezialisierung vorliegt, nicht beantwortet werden.

Holozyklus und Parazyklus. Der Umstand, daß *A. corni* im Gegensatz zu den Nachbararten erst vom Juni ab im Boden gefunden wurde und daß die im Herbst am Nebenwirt gefundenen Populationen sich ausnahmslos zu geflügelten Sexuparen entwickelten, weist auf eine weitgehend obligatorische Holozyklie hin. Ob diese Erscheinung regionale Gültigkeit besitzt und auch für Populationen an selten befallenen Wirtsarten (z. B. *Cynosurus, Sesleria* usw.) zutrifft, ist noch ungewiß. Trotzdem kann festgestellt werden, daß *A. corni,* ebenso wie *A. vagans,* durch die Stetigkeit ihres Wirtswechsels innerhalb der anderen hier untersuchten Wurzelaphidenarten, bei denen stark verbreitete oder vorherrschende Anholozyklie gefunden wurde, eine Sonderstellung einnimmt.

Jahreszyklus. Gegen Ende April treten in den Knospen der Blütendolden und auf den sich entwickelnden Blättern von *Cornus sanguinea* die aus den Wintereiern geschlüpften Fundatrixlarven auf. Etwa 12 Tage später wurden die ersten fundatrigenen Larven gefunden. Ob sich bereits aus der 1. fundatrigenen Generation geflügelte Tiere entwickeln können, ist ungewiß, da eine sichere Bestimmung der Tiere am Hauptwirt nicht möglich war. Boerner (1952) gibt 2—3 fundatrigene Generationen an. Der Abflug der Emigranten zum Nebenwirt setzt Mitte Mai ein und zieht sich bis Ende Juni hin. Die übergewanderten Emigranten setzen sich an den Stengelteilen der als Nebenwirt dienenden Grasarten fest und werfen einige Larven, die dann in den Wurzelbereich abwandern. Da die Emigranten an den einzelnen Wirten jeweils nur einen Teil ihrer Nachkommenschaft absetzen, vermögen sie eine ganze Reihe von Kolonien zu gründen. Von Mitte bis Ende Juni wurden im Beobachtungsgebiet allenthalben diese an den Nebenwirten neu angelegten Kolonien angetroffen. Infolge der kurzen Dauer einer Generation (im Zuchtversuch begannen die Tiere 12 Tage nach ihrer Geburt ihrerseits mit dem Absetzen von Junglarven) nehmen die Populationen rasch an Umfang zu. Gegen Ende August wurden bereits Kolonien

mit über 200 Tieren angetroffen. Da in den einzelnen Kolonien geflügelte Tiere reichlich und jederzeit gebildet werden, ist auch eine rasche Verbreitung von den anfänglich besiedelten Wirten gewährleistet. Die 1. Sexuparen treten Ende August auf. Von diesem Zeitpunkt an wächst der Geflügeltenanteil von Generation zu Generation. Bereits im September wurden Populationen gefunden, deren Individuen nur noch aus Larven von Sexuparen bestanden. Der Höhepunkt des Abwanderns zum Hauptwirt liegt im Oktober. Vereinzelte Geflügelte und Nymphen (Sexupare), denen ein rechtzeitiger Überflug zum Hauptwirt nicht mehr gelang, wurden noch bis Anfang Dezember im Boden, meist in Ameisennestern, beobachtet. In einigen Fällen hatten diese Sexuparen ihre Nachkommenschaft im Boden abgesetzt. Jedoch konnten in keinem Fall Anzeichen für eine erfolgreiche Entwicklung der Sexuales am Nebenwirt gefunden werden. Von Mitte Dezember ab wurde *A. corni* im Boden nicht mehr angetroffen.

Vom September an setzen die Sexuparen auf den Blättern des Hartriegels männliche und weibliche Larven ab. Die Geschlechtstiere stellen Zwergformen mit abgekürzter Entwicklungsdauer dar. Die Männchen durchlaufen 2, die Weibchen 3 Larvalhäutungen. Von den Weibchen werden ab Mitte September 2 (selten 1) Wintereier abgelegt.

Beziehungen zu Ameisen. Die Zahl der Ameisenarten, die beim Besuch von *A. corni* beobachtet wurden, ist infolge der weiten ökologischen Valenz der Wurzellaus relativ groß:

Lasius niger (15×), *L. flavus* (5×), *L. alienus* (4×); *Myrmica laevinodis* (4×), *M. ruginodis* (1×); *Tetraneura caespitum* (2×); *Formica rufa* (nur einmal vereinzelte Tiere). Insgesamt wurden bei 45% der Populationen Ameisenbesuch festgestellt.

Parasiten und Räuber wurden nur in einem sehr kleinen Teil der Nebenwirtspopulationen gefunden. Sie traten meist gegen den Herbst hin auf. Dreimal wurden einzelne Syrphidenlarven (*Heringia maculipennis* Meigen und *Syrphus* spec.) festgestellt, zweimal erfolgte Parasitierung durch Aphidiiden (*Aphidius* spec.). In einem Fall waren 90% einer kurz vor dem Abwandern zum Hauptwirt stehenden Population durch *Aphidius* parasitiert.

Besiedelte Biotope. *A. corni* ist eine sehr euryoeke Art, die überall dort, wo ihre Wirtspflanzen gedeihen, angetroffen werden konnte. Sie ist häufig in Unkrautgesellschaften, Fettwiesen, Magerrasen und Steppenheidegesellschaften (hier an *Sesleria*), wiederholt gefunden wurde sie in feuchten Wiesen (an *Holcus*), in der Silbergrasflur auf Sanddünen und in lichten Wäldern (hier an *Brachypodium*). Im Gebirge wurde die Art einmal in 900 m Meereshöhe in der montanen Mattenregion (Borstgrasgesellschaft) getroffen.

Fundorte: Mittelfränkisches Becken, Fränkischer Jura, Maingebiet, Pfälzer Bergland, südl. Schwarzwald, Hegau und Schwäbisch-Bayerische Hochebene.

Anoecia disculigera Boerner 1950

Untersuchtes Material: 6 Präparate der Sammlung BOERNER (Tiere vom Hauptwirt). 3 eigene Funde (Nebenwirt).

Die Diagnose dieser zur *A. corni*-Gruppe gehörenden Art lautet: „Von *A. corni* F. und *major* CB. durch geringe Größe (1,5—2,0 mm) und sehr große Marg. Tub. abweichend.

Jula der Virginogenien mit 20 Scheitelborsten, Spatelborsten an den Hinterleibsringen 7—3 (unregelmäßig auch 2 und 1). *Cornus sanguinea,* Sommerwirt nicht bekannt. Burgenland." Boerner 1950.

Für Exules dieser Art halte ich an *Agrostis tenuis* (2×) und *Cynosurus cristatus* (1×) gefundene Anoecia-Populationen der *corni*-Gruppe, deren Junglarven Spatelborsten auf den Tergiten 7—3 (2,1) tragen. Eine sichere Abgrenzung dieser Form von *A. corni* ist jedoch erst möglich, wenn ein größeres Exulesmaterial vorliegt.

Tiere der fundatrigenen Serie

Die von Boerner (1950) für die Hauptwirtsgenerationen angegebenen Merkmale erlauben keine Trennung von den entsprechenden Formen der *A. corni* usw. Diagnostischer Wert kommt allein der Angabe über die Beborstung virginogener Junglarven zu.

Die in der Sammlung Boerner befindlichen Fundatrices tragen auf den Paratergiten 1—7 (auf 6 gelegentlich fehlend) Marg. Tub.; ihr Rücken ist nur spärlich beborstet oder fast kahl.

Die Ad. E m i g r a n t e n (Sammlung Boerner) besitzen Marg. Tub. auf den Paratergiten 1—7 (Durchmesser der Marg. Tub. 0,05—0,07).

Körperl.	1,7 —1,9	Ant. Gl.	I	0,072—0,080	Rhin. auf		
Körperbr.	0,78—0,88	Ant. Gl.	II	0,072			
Rüssel	0,55—0,59	Ant. Gl.	III	0,29 —0,300	III	8—10	
Ant.	0,72—0,82	Ant. Gl.	IV	0,09 —0,10	IV	2—3	
		Ant. Gl.	V	0,10 —0,11	V	1—2	+ 1
		Ant. Gl.	VI	0,17 —0,18	VI	1	+ 1

Ad. ungeflügelter Exul

Entspricht völlig der *A. corni,* jedoch finden sich die abd. Spatelborsten in der Regel auf den T e r g i t e n 7 — 5, gelegentlich auch auf T e r g i t 4.

Körperl.	2,1 —2,35	Ant. Gl.	I	0,085—0,091	Rhin. auf		
Körperbr.	1,25—1,40	Ant. Gl.	II	0,073—0,091			
Rüssel	0,70—0,80	Ant. Gl.	III	0,300—0,350	III	0—7	
Ant.	0,90—1,10	Ant. Gl.	IV	0,120—0,146	IV	3—4	
		Ant. Gl.	V	0,140—0,151	V	1—3	+ 1
		Ant. Gl.	VI	0,151—0,195	VI	0—2	+ 1

Exul. Erstlarve

Farbe, Gestalt und Marg. Tub. wie bei *A. corni.* Körperlänge 0,85 bis 0,100. Der Rüssel (0,6—0,7) reicht bis zum 5. oder 6. Abd. Segm. Auf den Abd. Tergiten 4—7 (gelegentlich auch auf 3,2 und 1) sind die Borsten jeweils in einer Reihe angeordnet, auf den übrigen Segm. stehen sie unregelmäßig. Die mittleren Abd. Tergite besitzen 18—25 Borsten. Der Scheitel trägt 25—35 Borsten. Spatelborsten (Länge ca. 0,06) treten in der Regel auf den Tergiten 3—7, gelegentlich auch auf Tergit 2 auf.

Biologie

W i r t e. Boerner (1952) fand diese Art nur auf dem Hauptwirt *Cornus sanguinea.* Infolge der übereinstimmenden Beborstung bei den virginogenen Junglarven werden hier die an den Wurzeln von *Cynosurus cristatus* (1×) und *Agrostis tenuis* (2×) gefundenen virginogenen Populationen zu dieser Art gestellt.

J a h r e s z y k l u s u s w. Es dürften ähnliche Verhältnisse wie bei der nahe verwandten *A. corni* vorliegen. Anholozykl. überwinternde Tiere

wurden nicht gefunden. Bereits Ende August wurden zum Hauptwirt abwandernde Kolonien angetroffen. Bei 2 Populationen wurde Besuch durch *Lasius flavus* festgestellt. Beobachtungen über Räuber und Parasiten liegen nicht vor.

Besiedelte Biotope: Schuttunkrautgesellschaften, Magerrasen und Sanddünen.

Fundorte: Von BOERNER aus dem Burgenland beschrieben. Das eigene zu dieser Art gerechnete Material stammt aus dem Mittelfränkischen Becken.

Anoecia maior Boerner 1950

Syn.: ? *Schizoneura obscura* Walker 1852.
Untersuchtes Material: 6 Präparate der Sammlung BOERNER, 3 eigene Funde.

Ad. ungeflügelter Exul

Die Tiere stimmen morphologisch weitgehend mit *A. corni* überein. Sie sind jedoch durchschnittlich etwas größer als diese Art, sie tragen auf den Abd. Tergiten 7 und 6 nur selten, auf Tergit 5 nie Spatelborsten. Die Ad. unterscheiden sich von *A. corni* durch den deutlich längeren, meist das 2. Abd. Segm. erreichenden Rüssel.

Körperl.	2,2 —3,0	Ant. Gl.	I	0,085—0,091	Rhin. auf		
Körperbr.	1,2 —1,8	Ant. Gl.	II	0,085—0,103			
Rüssel	1,00—1,3	Ant. Gl.	III	0,390—0,450	III	1—5	
Ant.	1,10—1,20	Ant. Gl.	IV	0,140—0,170	IV	2—4	
Index:		Ant. Gl.	V	0,146—0,176	V	1—4	+ 1
Rüsselgl. 2—4 zu		Ant. Gl.	VI	0,190—0,237	VI	0—1	+ 1

Ant. Gl. VI = 4,3—4,7
(BOERNER, brieflich = 4,0—4,8)

Exul, Erstlarve

Farbe, Gestalt, Marg. Tub. und Ant. wie bei *A. corni*, jedoch sind die Tiere etwas größer als diese Art. Körperl. 1,1—1,2. Spatelborsten nur auf den Tergiten 7 oder 7 und 6, oft völlig durch Spitzborsten ersetzt. Der lange (0,87—1,03) Rüssel erreicht oder überragt das Abd. Ende.

Ad. geflügelter Exul (sexupar)

(Nur 2 Tiere aus der Sammlung BOERNER.) Die Geflügelten entsprechen in allen Merkmalen der *A. corni*.

Körperl.	2,3—2,6	Ant. Gl.	I	0,080—0,090	Rhin. auf		
Körperbr.	1,1—1,3	Ant. Gl.	II	0,080—0,090			
Rüssel	1,0—1,1	Ant. Gl.	III	0,460—0,480	III	13—17	
Ant.	1,1—1,2	Ant. Gl.	IV	0,150—0,160	IV	3—5	
		Ant. Gl.	V	0,160—0,180	V	1—3	+ 1
		Ant. Gl.	VI	0,220—0,230	VI	0—1	+ 1

Biologie

Wirte. Hauptwirt: *Cornus sanguinea* (Migrationstest BOERNER 1948). Als Nebenwirt wurde *Phalaris arundinaceae* (unterirdische Sprosse und Wurzeln) gefunden. BOERNER gibt ferner noch *Brachypodium pinnatum*

an. Eine Übertragung auf *Agrostis* und *Dactylis* (Wirte der Nachbarart *A. corni*) gelang nicht.

Jahreszyklus usw. Nach Boerner (1952) liegen 2—3 fundatrigene Generationen vor. Hinweise auf eine anholozyklisch erfolgende Überwinterung wurden im Beobachtungsgebiet nicht gefunden. Ameisenbesuch wurde bei den 3 beobachteten Populationen nicht festgestellt, dagegen wurde einmal eine räuberisch lebende Syrphidenlarve (Subf. *Syrphinae*) angetroffen.

Besiedelte Biotope: Ackerunkrautgesellschaften und feuchte Wiesen.

Fundorte. Von Boerner aus dem Naumburger Gebiet beschrieben, die eigenen Funde aus dem Mittelfränkischen Becken.

Anoecia haupti Boerner 1950

Untersuchtes Material: 4 Präparate der Sammlung Boerner, 4 eigene Funde.

Ad. ungeflügelter Exul

Die Tiere unterscheiden sich von *A. corni*, der sie morphologisch sonst fast völlig gleichen, durch das Fehlen der Marg. Tub. auf den Paratergiten der Abd. Segm. 5 und 6. Die Tergite der Abd. Segm. 3—5 (selten auch 6) sind meist zu einer einheitlichen Diskoidalplatte verschmolzen, gelegentlich sind die segmentalen Nähte noch angedeutet. Es sind nur Spitzborsten (Länge 0,045—0,11) vorhanden, auf den Tergiten 7 und 8 sind sie je in einer Reihe, sonst aber unregelmäßig angeordnet. Augen meist groß (ca. 120 Ommatidien).

Körperl.	2,20—2,55	Ant. Gl.	I	0,076—0,091	Rhin. auf		
Körperbr.	1,30—1,65	Ant. Gl.	II	0,076—0,091			
Rüssel	0,55—0,91	Ant. Gl.	III	0,296—0,395	III	1—6	
Ant.	0,88—1,00	Ant. Gl.	IV	0,128—0,154	IV	2—4	
		Ant. Gl.	V	0,128—0,159	V	1—3	+ 1
		Ant. Gl.	VI	0,167—0,208	VI	0—2	+ 1

Exul, Erstlarve

Körper blaßgrünlich, langgestreckt (Länge 0,98—1,10). Marg. Tub. fehlen auf den Segm. 5 und 6. Borsten auf den Abd. Tergiten 8—5 (4) jeweils in einer Reihe stehend, auf den übrigen Tergiten unregelmäßig. Auf den Tergiten 7—5 Spatelborsten, sonst nur Spitzborsten. Rüssel (0,57 bis 0,73) bis zur Abd. Mitte reichend.

Ad. geflügelter Exul

Marg. Tub. fehlen auf den Tergiten 5—6. Diskoidalplatte mit vereinzelten kurzen Spitzborsten. Sonst wie das entsprechende Stadium von *A. corni*.

Körperl.	2,70	Ant. Gl.	I	0,083	Rhin. auf		
Körperbr.	0,85	Ant. Gl.	II	0,083			
Rüssel	0,96	Ant. Gl.	III	0,340	III	10—11	
Ant.	0,99	Ant. Gl.	IV	0,144	IV	3—4	
		Ant. Gl.	V	0,150	V	3—4	+ 1
		Ant. Gl.	VI	0,220	VI	1—3	+ 1

Biologie

Wirte. Als Hauptwirt dient *Cornus sanguinea* (Migrationstest BOERNER 1948). Als Nebenwirt fand BOERNER *Bromus, Eragrostis minor* und *Poa annua*. Das eigene Material wurde nur an Wurzeln von *Bromus inermis* (2×) und *B. mollis* (2×) angetroffen.

Jahreszyklus usw. Hinweise auf anholozykl. Überwinterung wurden im Beobachtungsgebiet nicht gefunden. Ameisenbesuch sowie Parasiten und Räuber wurden bei den 4 gesammelten Populationen nicht festgestellt.

Besiedelte Biotope. Je 2 Funde aus Schuttunkrautgesellschaften, Magerrasen (an *Bromus mollis*) und aus Steppenrasen (hier an *Bromus inermis*).

Fundorte: Von BOERNER aus dem Naumburger Gebiet beschrieben, eigene Funde aus dem Mittelfränkischen Becken und aus dem Fränkischen Jura.

Anoecia nemoralis Boerner 1950

Untersuchtes Material: 4 Präparate der Sammlung BOERNER, 69 eigene Funde.

Ad. ungeflügelter Exul

Dorsalseite des Körpers olivgrün, bräunlichgrün oder bräunlichschwarz. Abd. Tergite 3—6 zu einer starren schwarzbraunen Platte (= Discoidalplatte) verschmolzen, die übrigen, segm. getrennten Tergite bilden breite dunkle Querstreifen, die sich über die ganze Dorsalseite hinziehen. Gelegentlich sind einzelne Chitinplatten in unregelmäßige Skleritfelder aufgelöst. Ventralseite des Körpers weißlichgrau bis hell graugrün, leicht mit Wachspuder bestäubt. Körper abgeflacht, Umriß oval. Runde, flache Marg. Tub. (Durchmesser schwankend, im Mittel 0,05) an den Seiten des P. Thor. und auf den Paratergiten der Abd. Segm. 1—4 und 7. Auf den Segmenten 5 und 6 fehlen die Marg. Tub. stets. Borsten (Länge ca. 0,06—0,1) auf Kopf, Thor. und den Tergiten 1—2 dicht und ungeordnet, auf den Tergiten 3—8 jeweils in einer lockeren Querreihe. Die Größe und Anordnung der Spatelborsten unterliegt starken individuellen und jahreszeitlichen Schwankungen. Die von August bis Oktober gesammelten Tiere (Sommerform) mit Spatelborsten auf den Abd. Tergiten 1—7 und auf dem Mt. Thor. Auf den Tergiten 7 (6) und 1—3 sind die Spatelborsten deutlich ausgebildet (Länge 0,05—0,07), während sie auf der dazwischen liegenden Diskoidalplatte stark reduziert (Länge ca. 0,015) oder völlig unterdrückt sind. Gelegentlich werden Tiere gefunden, die auf dem ganzen Abd. noch gut entwickelte Spatelborsten tragen. Die Winterform (Sammelzeit Nov. bis Febr.), die nur auf den Tergiten 7—3 (2) Spatelborsten besitzt, zeigt in der Regel auch auf der Diskoidalplatte gut entwickelte Spatelborsten. Gegen den Thor. hin sind die Tergite immer reichhaltiger mit Borsten ausgestattet, gleichzeitig steigt der Anteil an Spitzborsten. Ant., Rüssel, Siphonen und Analregion wie bei *A. corni*.

Körperl.	1,6 —2,3	Ant. Gl.	I	0,067—0,091	Rhin. auf		
Körperbr.	0,9 —1,4	Ant. Gl.	II	0,067—0,085			
Rüssel	0,63—0,75	Ant. Gl.	III	0,224—0,345	III	0—1	

Ant.	0,74—1,0	Ant. Gl.	IV	0,091—0,150	IV	0—3	
		Ant. Gl.	V	0,120—0,150	V	0—2 (3)	+ 1
		Ant. Gl.	VI	0,150—0,200	VI	0—2	+ 1

Exul, Erstlarve

Blaß gelblichgrün, langgestreckt (Länge 0,60—0,70). Marg. Tub. auf P. Thor. und den Segm. 1—4 und 7. Auf den Tergiten 7—3 (selten 2) sind die Borsten je in einer Reihe angeordnet. Auf den übrigen Tergiten dichte Beborstung. Anordnung der Spatelborsten sehr variabel. Es finden sich oft in einer Population alle Übergänge zwischen Tieren mit Spatelborsten auf dem Abd., dem Thor. und dem Kopf, und anderen, die nur Spitzborsten besitzen. Länge der Spatelborsten: 0,04—0,06. Rüssel (0,35—0,45) bis zur Abd.-Mitte reichend.

Geflügelter Exul (virginopar)

Unterscheidet sich von den *A. corni*-Geflügelten durch das Fehlen der Marg. Tub. auf den Abd. Segm. 5 und 6. Auf Tergit 2 oder 6 gelegentlich kurze Spatelborsten, sonst nur Spitzborsten. Diskoidalplatte fast völlig kahl.

Körperl.	2,2 —2,5	Ant. Gl.	I	0,061—0,099	Rhin. auf		
Körperbr.	0,90—1,20	Ant. Gl.	II	0,061—0,091			
V. fl.	2,2 —3,0	Ant. Gl.	III	0,312—0,373	III	7—10	
Rüssel	0,53—0,90	Ant. Gl.	IV	0,115—0,160	IV	2—4	
Ant.	0,92—1,08	Ant. Gl.	V	0,130—0,160	V	1—3	+ 1
		Ant. Gl.	VI	0,180—0,215	VI	0—2	+ 1

Sexuales, Erstlarven

Länge 0,76—0,82. Rüssel 0,26—0,32. Entsprechen morphologisch der betreffenden Form von *A. corni*.

Zum Saisondimorphismus der Art

Im Gegensatz zu den übrigen, vorwiegend holozykl. *Anoecia*-Arten zeigt die weitgehend anholozykl. *Anoecia nemoralis* eine jahreszeitlich bestimmte morphologische Variabilität. Die „Sommerform" ist durch einen teilweisen Ersatz der Spitzborsten auf dem Mt. Thor. durch Spatelborsten und durch eine Reduktion der Spatelborsten auf der Diskoidalplatte gekennzeichnet. Demgegenüber ist die Beborstung der „Winterform" (Spatelborsten nur auf den Abdominaltergiten 7—3 (2), Borsten auf der Diskoidalplatte noch gut entwickelt) weniger stark vom bei *Anoecia* vorliegenden Grundtyp abgewandelt.

Biologie

Wirtspflanzen und Wirtsbindung. Hauptwirt ist *Cornus sanguinea*. Als Nebenwirte wurden gefunden: *Poa pratensis* (33 ×), *P. nemoralis* (2×), *P. trivialis* (1×), *P. chaixi* (1×); *Arrhenatherum elatius* (5×); *Phleum pratense* (5×); *Festuca rubra* (2×), *F. ovina* (1×); *Agropyrum repens* (1×); *Alopecurus geniculatus* (1×); *Bromus erectus* (1×); *Deschampsia caespitosa* (1×); *Sieglingia decumbens* (1×). Die Tiere saugten vorwiegend an unterirdischen Ausläufern, oft auch an den Wurzeln. Um die Bindung an den jeweiligen Wirt des Wirtskreises zu prüfen, wurden

folgende Übertragungsversuche vorgenommen: (— = Ergebnis negativ. + = Übertragung gelungen. (+) = Tiere saugten anfänglich, starben aber nach 10—14 Tagen ab.)

Von *Poa pratensis*	auf *Poa annua*	+
Von *Poa pratensis*	auf *Agrostis tenuis*	(+)
Von *Poa pratensis*	auf *Lolium perenne*	(+)
Von *Poa pratensis*	auf *Arrhenatherum elatius*	(+)
Von *Poa pratensis*	auf *Brachypodium pinnatum*	—
Von *Poa pratensis*	auf *Agropyrum repens*	—
Von *Poa pratensis*	auf *Dactylis glomerata*	—
Von *Arrhenatherum elatius*	auf *Brachypodium pinnatum*	(+)
Von *Arrhenatherum elatius*	auf *Brachypodium pinnatum*	—
Von *Phleum pratense*	auf *Poa pratensis*	—

(8 Kontrollübertragungen auf andere Individuen der gleichen Wirtsart verliefen jeweils positiv.)

Ergänzt werden diese Versuche durch Beobachtungen über das Verhalten gegenüber *Poa nemoralis* im Freiland. Im Naumburger Gebiet ist nach Boerner (1952) *A. nemoralis* an *Poa nemoralis* „nicht selten" (wird an *P. pratensis* nicht erwähnt). Im Beobachtungsgebiet in Erlangen war *A. nemoralis* an *Poa pratensis* häufig, wurde aber an *Poa nemoralis* — selbst dort, wo diese in unmittelbarer Nachbarschaft vorkommt — nicht gefunden. Dagegen konnte die Art im Schwarzwald mehrmals an *Poa nemoralis* und auch an *Poa pratensis* gesammelt werden.

Aus den Ergebnissen der Übertragungsversuche kann gefolgert werden, daß die Bindung an einzelne Wirte gelegentlich nicht so streng ist wie bei *Anoecia corni*, daß aber im allgemeinen die Populationen dennoch eine beachtliche Spezialisierung zeigen. Da im Beobachtungsgebiet der überwiegende Teil der Populationen anholozykl. lebt, kann angenommen werden, daß — ähnlich wie dies für *Forda marginata* Koch vermutet wird — auch bei *Anoecia nemoralis* Ansätze zur Bildung von Wirtsrassen vorliegen. Dabei scheinen, wie der unterschiedliche Befall von *Poa nemoralis* und *P. pratensis* zeigt, regionale Verschiedenheiten im Verhalten gegenüber einzelnen Wirten vorzuliegen.

Holozyklus und Parazyklus. Von 35 während der Zeit des herbstlichen Überflugs zum Hauptwirt untersuchten Populationen besaßen nur 7 sexupare Geflügelte (zum Teil nur vereinzelt), während in den restlichen 28 Kolonien entweder virginopare Geflügelte oder nur flügellose Exules angetroffen wurden. Übereinstimmend damit entsprachen im Untersuchungsgebiet von rund 200 am Hauptwirt gesammelten Sexuparen nur 8 (= 3,5%) morphologisch der *A. nemoralis*, während die Exules dieser Art mengenmäßig etwa 25% aller an Nebenwirten gefundenen *Anoecia*-Populationen stellen. *A. nemoralis* wurde auch im Winter häufig gefunden. Eine Erhöhung der Populationsdichte im Frühsommer, zur Zeit des Überflugs vom Hauptwirt zum Nebenwirt, konnte nicht festgestellt werden.

Jahreszyklus. Über die Hauptwirtgenerationen dieser vorwiegend anholozyklischen Art liegen keine Beobachtungen vor. Die Überwinterung der Exules erfolgt sowohl als ad. Tier wie als Larve hauptsächlich in Ameisenhaufen. Im April setzt das Auswandern aus den Winterquartieren ein. Vom Mai bis Oktober wurden die Kolonien nur außerhalb von Ameisenhaufen gefunden. Vom Juni an entwickelt sich in den Kolonien ein großer Teil der Tiere zu virginoparen Geflügelten. Mit bis zu 80 Tieren

erreichen die Populationen im September ihren größten Umfang. Im Zuchtversuch setzten zu dieser Zeit die Virgines 12—14 Tage nach ihrer Geburt ihrerseits die ersten Jungtiere ab.

Ende September bis Ende November traten vereinzelt Sexupare auf. Ein vollständiges Abwandern zum Hauptwirt wurde — im Gegensatz zu *Anoecia corni* und *A. vagans* — nur bei etwa 15% der zu diesem Zeitpunkt untersuchten Populationen beobachtet. Bis in den November hinein wurden noch virginopare Geflügelte gefunden, eine Erscheinung, die als teilweiser Ersatz der Sexuparen durch diese Form gedeutet werden kann. Im Oktober erscheint, zunächst noch neben der „Sommerform", die „Winterform" der Exules. Von Ende Oktober an werden die Exules wieder in Ameisennestern — zunächst noch an Wurzeln, später meist in besonderen Aphidenställen — angetroffen. Jedoch vermögen einzelne Populationen auch frei im Erdreich zu überwintern. Selbst in 20 cm tief durchfrorenem Boden (Mitte Februar) wurden Exules gefunden, die ihre Stechborsten in Graswurzeln eingebohrt hatten.

Beziehungen zu Ameisen. Beim Besuch oder der Pflege von *A. nemoralis* wurden folgende Ameisenarten beobachtet: *Lasius flavus* (24×), *L. niger* (11×), *L. mixtus* (2×); *Tetramorium caespitum* (2×); *Formica pratensis* (1×). Von insgesamt 69 Populationen wurden 40 (= 58%) zusammen mit Ameisen gefunden. Über 80% der beobachteten Populationen überwinterte in Ameisenhaufen. (*Lasius flavus*, gelegentlich *L. mixtus*).

Ursache für dieses, im Vergleich zu anderen *Anoecia*-Arten stark ausgeprägte formicophile Verhalten dürfte die weitgehend anholozyklische Lebensweise dieser Art sein.

Einmal wurde die formicophile Assel *Platyarthrus hoffmannseggi* Brandt bei den Wurzelläusen angetroffen.

Räuber und Parasiten. Es wurden lediglich bei 2 Populationen schmarotzende Syrphidenlarven (Subf. *Syrphinae*) angetroffen.

Besiedelte Biotope. Die Art ist etwas weniger eurytop als *A. corni*. In Gebirgslagen, in sehr trockenheißen und in feuchtschattigen Biotopen wurde sie nicht gefunden. Die Tiere waren häufig in Unkrautgesellschaften aller Art, in Fettwiesen und in Magerrasen. In Steppenheidegesellschaften (hier an *Bromus erectus*) wurde die Art nur vereinzelt gefunden.

Fundorte: Von Boerner aus Naumburg beschrieben. Eigene Funde aus dem Mittelfränkischen Becken, dem Fränkischen Jura, dem Maingebiet, dem Pfälzer Bergland, dem Oberrheingebiet, dem Hegau, der Schwäbisch-Bayerischen Hochebene und aus dem oberen Inntal.

Anoecia furcata Boerner 1950

Syn.: ? *Forda furcata* Theobald 1913.

Untersuchtes Material: 3 Präparate der Sammlung Boerner, 6 eigene Funde.

Boerner beschreibt seine *A. furcata* von *Deschampsia*, während das eigene Material nur an *Bromus* gefunden wurde. Morphologisch gleichen sich die Tiere von *Deschampsia* und *Bromus* völlig. Die Frage, ob eine Trennung dieser Art von *A. nemoralis* berechtigt ist, kann erst entschieden werden, wenn weitere Beobachtungen vorliegen.

Ad. Exul

Unterscheidet sich von *A. nemoralis*, der die Tiere sonst völlig gleichen, dadurch, daß neben Spitzborsten zahlreiche kurze (0,04) Spatelborsten auf allen Abd. Tergiten, auf dem Thor. und Kopf und öfters auch auf den Ant. und Beinen vorkommen.

Körperl.	1,4—2,4	Ant. Gl.	I	0,071—0,091	Rhin. auf		
Körperbr.	0,8—1,4	Ant. Gl.	II	0,071—0,091			
Rüssel	0,5—0,86	Ant. Gl.	III	0,21 —0,280	III	0—1	
Ant.	0,7—0,86	Ant. Gl.	IV	0,090—0,107	IV	2	
		Ant. Gl.	V	0,105—0,122	V	0—1	+ 1
		Ant. Gl.	VI	0,160—0,190	VI	0—2	+ 1

Exul, Erstlarve

Entspricht der Erstlarve von *A. nemoralis*. Mit Spatelborsten auf dem Abd., dem Thor. und dem Kopf, oft auch auf den Ant. und den Extremitäten.

Geflügelter Exul (Nymphe)

Mit Spatelborsten (0,045—0,072) auf dem Abd., dem Thor. und dem Kopf, spärlicher auch auf Ant. und Beinen. Spatelborsten auf der Abd. Mitte sehr klein oder fehlend, an den Abd. Seiten lang.

Ad. geflügelter Exul (virginopar)

Gleicht den Geflügelten von *A. nemoralis*.

Körperl.	2,30—2,55	Ant. Gl.	I	0,076—0,084	Rhin. auf		
Körperbr.	1,10—1,25	Ant. Gl.	II	0,076—0,084			
V. Fl.	2,60—3,10	Ant. Gl.	III	0,304—0,327	III	7—10	
Rüssel	0,57—0,70	Ant. Gl.	IV	0,114—0,145	IV	3	
Ant.	0,88—1,15	Ant. Gl.	V	0,129—0,145	V	2	+ 1
		Ant. Gl.	VI	0,183—0,196	VI	0—1	+ 1

Sexuales (Erstlarven)

Abd. mit 6 Längsreihen mittellanger (0,045—0,072) an der Spitze oft spatelförmig verbreiterter Borsten.

Biologie

W i r t e. Hauptwirt ist *Cornus sanguinea*. BOERNER (1952) fand als Nebenwirt *Deschampsia flexuosa* und *caespitosa*. Die eigenen Funde stammen von Wurzeln von *Bromus erectus* (2×) und *B. mollis* (2×).

H o l o z y k l u s u n d P a r a z y k l u s. Da im Herbst zum Hauptwirt abwandernden Kolonien und zu Winterbeginn auch Tiere in Ameisenhaufen angetroffen wurden, scheint neben der Holozyklie auch die Möglichkeit zur anholozykl. Überwinterung gegeben zu sein.

J a h r e s z y k l u s. Sexupare wurden im September und Oktober gefunden. Ende November wurden Tiere jeden Alters in einem Ameisenhaufen *(Lasius flavus)* in „Aphidenkammern" angetroffen. Somit scheinen ähnliche Verhältnisse wie bei *A. nemoralis* vorzuliegen.

Beziehungen zu Ameisen. Zweimal wurde Besuch durch *Tetramorium caespitum* festgestellt, einmal Überwinterung im Nest von *Lasius flavus*. 3 Populationen wurden ohne Ameisen angetroffen.

Parasiten und Räuber wurden nicht beobachtet.

Besiedelte Biotope. Je 2 Funde aus Steppenheidegesellschaften (hier an Bromus erectus) aus Schuttunkrautgesellschaften und aus Magerrasen.

Fundorte: Aus Mitteleuropa war die Art bisher nur aus Aschaffenburg (Boerner) und aus dem Riesengebirge (Jeschke) bekannt. Eigene Funde aus dem Mittelfränkischen Becken, dem Fränkischen Jura und der Oberrheinischen Tiefebene (Kaiserstuhl).

Sub. Gen. **Subanoecia** Boerner 1952

Typ. auct.: *Anoecia vagans* Koch.
Diagnose: Fundatrigene Geflügelte ohne Discoidalplatte.

Anoecia (Subanoecia) vagans Koch 1856

Syn.: *Anoecia corni* Koch 1856, non Fabricius 1775; *Anoecia willcocksi* Theobald 1915; *Anoecia viridis* Börner und Blunk 1916; *Colopha rossica* Cholodkowski 1897; *Schizoneura cerealium* Szanislo 1880; ? *Schizoneura graminis* Del Guercio 1895; ? *Schizoneura venusta* Passerini 1860.

Untersuchtes Material: 1 Präparat der Sammlung Boerner, 34 eigene Funde.

Ad. geflügelte Fundatrigenie

Abd. weichhäutig, ohne Discoidalplatte. Gelegentlich statt dessen kleine unzusammenhängende Skleritplättchen. Marg. Tub. auf P. Thor. und auf den Paratergiten der Abd. Segm. 1—7. Die Tergite 1—7 mit je in einer Reihe angeordneten sehr kleinen (0,007—0,15), oft spatelförmig verbreiteten Borsten. Ant. Gl. VI stets ohne sek. Rhin. Sonst wie *A. corni*.

Körperl.	2,30—2,80	Ant. Gl.	I	0,076—0,084	Rhin. auf:		
Körperbr.	1,00—1,15	Ant. Gl.	II	0,069—0,084			
V. fl.	2,60—2,90	Ant. Gl.	III	0,258—0,280	III	6—10	
Rüssel	0,73—0,81	Ant. Gl.	IV	0,105—0,130	IV	1—3	
Ant.	0,83—0,86	Ant. Gl.	V	0,120—0,130	V	0—2	+ 1
		Ant. Gl.	VI	0,165—0,175	VI	0	+ 1

Ad. ungeflügelter Exul

Farbe, Chitinisierung, Augen, Ant., Siphonen und Analregion wie bei *A. corni*. Marg. Tub. auf P. Thor. und auf den Paratergiten der Abd. Segm. 1—7, gelegentlich auf 5 oder 6 fehlend. Dist. Rand des Tergit 8 mit langen wimperartig stehenden Spitzborsten. Auf Tergit 4—8 stehen die Borsten jeweils in einer Reihe, von Tergit 3 bis zum Kopf hin sind sie unregelmäßig angeordnet. Auf Tergit 7 kurze (0,03) Spatelborsten. Noch kürzere Spatenborsten auf Tergit 6 (0,015). Tergit 4 und 5 nahezu kahl erscheinend. Spatelborsten hier nur 0,009—0,011. Von Tergit 3 an treten neben den Spatelborsten auch Spitzborsten auf, sie werden gegen den Kopf zu immer häufiger. Auf dem Kopf nur noch vereinzelte Spatelborsten. Beborstung auf der vorderen Abd. Region und dem Thor. noch kurz, auf dem Kopf wieder

lang. (0,07—0,09), Körperseiten (Paratergite) auf den Abd. Segm. 4—7 mit kräftigen, etwas gebogenen langen Spatelborsten (0,03—0,06). Namentlich die flach kegelförmigen Siphonen sind mit solchen besetzt.

Körperl.	2,10—2,70	Ant. Gl.	I	0,068—0,099	Rhin. auf:			
Körperbr.	1,35—1,95	Ant. Gl.	II	0,076—0,091				
Rüssel	0,68—1,02	Ant. Gl.	III	0,234—0,365	III	0—5		
Ant.	0,81—1,00	Ant. Gl.	IV	0,119—0,137	IV	1—3		
		Ant. Gl.	V	0,114—0,145	V	0	(1)	+ 1
		Ant. Gl.	VI	0,167—0,190	VI	0		+ 1

Exul. Erstlarve

Grünlichgelb, langgestreckt, (Länge 0,94—1,17). Auf Tergit 7 kurze Spatelborsten (0,03—0,04), Spatelborsten auf Tergit 1—6 winzig (0,007—0,015), oft kaum erkennbar, manchmal ausfallend. Die Borsten auf dem Abd. und Mt. Thor. einreihig, auf Ms. und P. Thor. ebenfalls spärlich, aber nicht mehr deutlich gereiht. Kopf mit etwas zahlreicheren und längeren Borsten (0,02—0,05). Gegen den Kopf zu werden die Spatelborsten großenteils durch Spitzborsten ersetzt. Einzelne Spatelborsten noch auf dem Kopf, gelegentlich sogar auf den Ant. und Beinen. Die Paratergite der Abd. Segm. 7—2 mit je 1—3 langen Spatelborsten (0,025—0,07), die Paratergite 1 und 2 und die Thor. Seiten vorwiegend mit langen Spitzborsten. Rüssel (Länge 0,72—0,80) bis zur Abd. Mitte reichend.

Ad. geflügelter Exul (virginopar)

Während die Nymphe noch auf den Paratergiten und Siphonen Spatelborsten besitzt, finden sich diese beim Ad. nur in einer Reihe angeordnet auf Tergit 7. Die Geflügelten unterscheiden sich von *A. corni* durch das Fehlen sek. Rhin. auf dem letzten Ant. Gl.

Körperl.	2,10—2,50	Ant. Gl.	I	0,076—0,090	Rhin. auf:		
Körperbr.	1,05—1,40	Ant. Gl.	II	0,076—0,084			
V. Fl.	2,6 —2,90	Ant. Gl.	III	0,310—0,350	III	6—10	
Rüssel	0,80—0,90	Ant. Gl.	IV	0,107—0,130	IV	1—3	
Ant.	0,86—0,94	Ant. Gl.	V	0,114—0,130	V	0—1	+ 1
		Ant. Gl.	VI	0,167—0,180	VI	0	+ 1

Ad. geflügelter Exul (sexupar)

Unterscheidet sich von der virginoparen Form durch Größe und höhere Rhinarienzahlen.

Körperl.	2,50—3,90	Ant. Gl.	I	0,076—0,090	Rhin. auf:		
Körperbr.	1,15—1,55	Ant. Gl.	II	0,076—0,090			
V. Fl.	2,85—3,90	Ant. Gl.	III	0,357—0,450	III	10—13	
Rüssel	0,83—0,99	Ant. Gl.	IV	0,122—0,167	IV	2—4	
Ant.	0,93—1,24	Ant. Gl.	V	0,122—0,167	V	1—2	+ 1
		Ant. Gl.	VI	0,190—0,228	VI	0	+ 1

Sexuales (Embryonen)

Körperl. 0,73—0,87. Rüssellänge 0,18—0,26. Nur mit Spitzborsten, diese auf dem Abd. Rücken in 8—10 Längsreihen.

Biologie

Wirte und Wirtsbindung. Hauptwirt ist *Cornus sanguinea*. Migrationstest Boerner 1948. Als Nebenwirt wurden gefunden: *Agropyrum repens* (25×); *Hordeum murinum* (4×); *H. sativum* (4×); *Arrhenatherum elatius* (1×); *Triticum sativum* (3×) Boerner (1952) erwähnt ferner noch *Eragrostis minor* als Nebenwirt. Die Tiere saugten bevorzugt an unterirdischen Ausläufern, aber auch an Wurzeln. Eine engere Bindung an einzelne Wirtsarten des Wirtskreises konnte nicht festgestellt werden. Die durchgeführten Übertragungsversuche verliefen positiv.

Anholozyklus und Parazyklus. Im Winter und Frühjahr wurden keine virginogenen Kolonien gefunden. Alle im Herbst beobachteten Populationen wanderten geschlossen zum Hauptwirt ab. Daraus kann gefolgert werden, daß bei *A. vagans* eine anholozyklische Überwinterung in der Regel nicht vorkommt.

Jahreszyklus. Phaenologisch entsprechen die Hauptwirtsgenerationen denen von *A. corni*. Übereinstimmend mit Boerners Angaben wurde — im Gegensatz zu *A. corni* — nur eine fundatrigene Generation gefunden. Eine im Labor durchgeführte Übertragung von geflügelten Emigranten auf den Nebenwirt ergab bis Anfang Juli 3 virginogene Generationen. Im Freiland konnte Ende Juni die Bildung neuer Nebenwirtsgenerationen durch die Emigranten mehrfach beobachtet werden. Wie bei *A. corni* können durch einen einzelnen Emigrans mehrere Koloniegründungen erfolgen. Im Freiland traten virginopare Geflügelte schon in der 1. Nebenwirtsgeneration auf. Sie wurden den ganzen Sommer über häufig angetroffen.

Bereits Ende Juli erreichten mit teilweise über 100 Tieren die Populationen ihren größten Umfang. Im September wurden in den Kolonien die ersten Sexuparen gefunden. Im Oktober entwickelten sich überall nur noch Sexupare. Vom November an wurden im Boden keine Exules mehr beobachtet. Der Überflug zum Hauptwirt, das Absetzen von Männchen und Weibchen, Begattung und Eiablage erfolgt wie bei *A. corni*.

Beziehungen zu Ameisen. Die Art wurde mit folgenden Ameisen zusammen angetroffen: *Lasius niger* (2×), *L. flavus* (1×); *Myrmica ruginodis* (1×); damit wurde nur bei rund 10% der beobachteten Populationen Ameisenbesuch festgestellt. Diese außerordentlich schwach ausgebildete Formicophilie dürfte durch das Vorherrschen des Holozyklus mitbedingt sein.

Einmal wurde beobachtet, daß *Lasius niger* die Flügel virginoparer Tiere, die sich kurz zuvor an dem neuen Nebenwirt festgesetzt hatten, abbiß. Eine Wiederholung dieses Vorgangs im Labor gelang jedoch nicht.

Räuber und Parasiten. Bei 2 Populationen wurde Parasitierung durch Aphidiiden (*Aphidius* spec.) festgestellt. Es waren jeweils nur einzelne Tiere befallen.

Besiedelte Biotope. Die Art war häufig in Unkrautgesellschaften, in Getreidefeldern, Fettwiesen, Magerrasen und Trockenrasen. Vereinzelte Funde aus der Silbergrasflur (Sanddünen).

Fundorte. Mittelfränkische Becken, Fränkischer Jura, Maingebiet, Pfälzer Wald, Oberrheingebiet.

Aus dem Phytopathologischen Institut der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Direktor: Prof. Dr. M. Klinkowski

Zur Biologie und Ökologie der Rapsschädlinge aus der Gattung *Meligethes*

Von R. Fritzsche

Inhalt: A. Einleitung — B. Geographische Verbreitung der an Raps gefundenen *Meligethes*-Arten — C. Biologie und Ökologie der *Meligethes*-Arten *M. aeneus, M. viridescens, M. coracinus* und *M. picipes*. I. Das Winterquartier. 1. Methodik der Winterquartieruntersuchungen. a) Probeentnahmen. b) Untersuchung der Proben auf Käferbesatz. c) Mechanische und chemische Untersuchung des Bodens aa) Mechanische Bodenanalyse. bb) Chemische Bodenanalyse. d) Biotopaufnahmen. 2. Charakterisierung der Winterquartiere. a) Winterquartiersuche. b) Artunterschiede hinsichtlich der Ansprüche an die Beschaffenheit des Winterlagers. II. Das Verlassen der Winterquartiere. 1. Laborversuche. a) Ausgangsmaterial. b) Temperaturabhängigkeit. c) Abhängigkeit von der Bodenfeuchtigkeit. d) Abhängigkeit vom CO_2-Gehalt des Bodens. 2. Freilandbeobachtungen. a) Methodik. b) Witterungsverlauf im Frühjahr 1953 und 1954. aa) Das Frühjahr 1953. bb) Das Frühjahr 1954. c) Die mikroklimatischen Bedingungen beim Verlassen der Winterquartiere. aa) Abhängigkeit von der Bodentemperatur. bb) Abhängigkeit von der Bodenfeuchtigkeit. cc) Abhängigkeit vom CO_2-Gehalt des Bodens. dd) Abhängigkeit vom pH-Wert. ee) Tagesgang beim Verlassen der Winterlager. III. Die Zuwanderung zu den Rapsbeständen. 1. Kontrolle der Besiedelung der Frühlingsblumen. 2. Kontrolle der Zuwanderung zu den Raps- und Rübsenbeständen. a) Die Zuwanderung der *Meligethes*-Arten im Frühjahr 1953. b) Die Zuwanderung der *Meligethes*-Arten im Frühjahr 1954. 3. Der Reifefraß. IV. Eireifung, Eiablage, Larvenentwicklung und Jungkäferauftreten. 1. Versuchsmethodik. 2. Eireifung. 3. Eiablage und Brutpflanzen. 4. Larvenentwicklung. 5. Jungkäferauftreten. V. Die *Meligethes*-Arten als Rapsschädlinge. 1. Laborversuche. 2. Freilandbeobachtungen. VI. Prognose — Zusammenfassung — Literaturübersicht.

A. Einleitung

Im Rapsanbau spielt die Frage der Schädlingsbekämpfung eine entscheidende Rolle. Ihre rechtzeitige und sachgemäße Durchführung bestimmt weitgehend die Höhe der Erträge. Voraussetzung hierfür ist die genaue Kenntnis der Lebensweise der einzelnen Schädlinge, von denen die Glanzkäfer der Gattung *Meligethes* eine besondere Bedeutung erlangt haben. Im allgemeinen war man der Ansicht, daß es sich hierbei vor allem um den Rapsglanzkäfer, *Meligethes aeneus* Fabr., handelt. Seine Biologie wurde häufig untersucht. Die erste wichtige Veröffentlichung stammt von Heeger (1854). Hierin wird nachgewiesen, daß die Käfer vor allem während des Knospenstadiums der Rapspflanzen durch Fraß an den jungen Knospen Schaden anrichten. Während der Blütezeit ernähren sie sich ausschließlich von Pollen. Auch Gallus (1866) hält den Rapsglanzkäfer auf Grund seiner Beobachtungen für einen ausgesprochenen Knospenschädling. Die Larven jedoch sollen nach seinen Angaben auch Blüten- und Fruchtanlagen zerstören. In späteren Jahren sind die Meinungen über die Schädlichkeit von *M. aeneus* Fabr. sehr geteilt. Nördlinger (1869) und Frank (1896) glauben, daß die Käfer vor allem während der Blütezeit dem Raps gefährlich werden. Kaltenbach (1874) dagegen sieht die Larven als die eigentlichen Schädiger an. Die Käfer spielen nach seiner Ansicht nur eine untergeordnete Rolle. Ormerod (1874), die die Biologie von *M. aeneus* beschreibt, hält die Larven für unschädlich.

Im Gegensatz zu allen früheren Bearbeitern stehen die Ausführungen von Kalt (1918). Er bezeichnet den Rapsglanzkäfer als einen ausgesprochenen Nützling, da die Käfer wesentlich zur Bestäubung der Blüten beitragen sollen und die Larven durch ihre Tätigkeit angeblich den Pollen erst aufschließen. In einer zwei Jahre später erschienenen

Arbeit von Faber, Fischer und Kalt (1920) wird diese Meinung revidiert. Nach Härle (1941) sind bei den heute angebauten Rapssorten nicht einmal die Bienen für die Bestäubung erforderlich, da erstere Selbstbefruchter sind.

Wolff und Krausse (1925) halten *M. aeneus* zwar nicht für einen Nützling, behaupten aber, daß er auch nicht als Schädling der Rapspflanzen in Frage komme, sondern daß für alle Schäden nur der Kohlschotenrüßler, *Ceuthorrhynchus assimilis* Payk., verantwortlich zu machen sei. Da ihre Untersuchungen während der Blütezeit des Rapses durchgeführt wurden, sind ihnen die Schäden, die durch *Meligethes*-Fraß während des Knospenstadiums entstanden, offenbar entgangen.

Sehr eingehende Untersuchungen zur Biologie von *M. aeneus* Fabr. wurden von Blunck (1921a), Börner und Blunck (1919a), Burkhardt und v. Lengerken (1920) sowie von Friederichs (1921) durchgeführt. Sie stellten übereinstimmend fest, daß der Rapsglanzkäfer ein ausgesprochener Knospenschädling sei. Für das Ausmaß der Schäden spielt neben dem zahlenmäßigen und zeitlichen Auftreten der Käfer und dem Entwicklungszustand der Rapspflanzen vor allem die Witterung eine wesentliche Rolle. Sie bestimmt sowohl den Lebenszyklus der Käfer als auch das Wachstum der Pflanzen. Befindet sich der Raps zur Zeit des Erscheinens der Käfer im frühen Knospenstadium und wird der Blühbeginn durch kühle Witterung hinausgezögert, dann genügen schon wenige Käfer je Pflanze, um erhebliche Schäden hervorzurufen. Kommen die Pflanzen rasch zur Blüte, so bleiben die Schäden durch Knospenfraß gering. Leipziger (1918) konnte bei seinen Untersuchungen über die Beziehungen von Glanzkäferbefall zur Sortenfrage das gleiche feststellen. Je günstiger die Wachstumsbedingungen für den Raps sind, um so geringer sind die Schäden durch den Rapsglanzkäfer. Dies beruht nach Blunck (1941) und Kaufmann (1942 b) vor allem auf der großen Regenerationsfähigkeit der Rapspflanzen, wodurch diese die Knospenverluste infolge *Meligethes*-Fraß durch Neubildung von Knospen und Seitentrieben wieder ausgleichen können. Je günstiger die Wachstumsbedingungen sind, desto größer ist das Regenerationsvermögen.

Die Larven von *M. aeneus* Fabr. werden von Blunck (1921a), Börner und Blunck (1919a) und von Burkhardt und v. Lengerken (1920) als ungefährlich bezeichnet. Dagegen gibt Friederichs (1921) an, daß sie in manchen Jahren unter bestimmten Voraussetzungen an den Rapspflanzen schädlich werden. Ähnliche Angaben macht auch Zimmermann (1919). In der Regel ernähren sich die Larven von Pollen, und nur in Ausnahmefällen wird der Fruchtknoten angegriffen. Befinden sich gegen Ende der Blüte noch Larven in größerer Menge auf den Pflanzen, greifen sie bei Mangel an Pollen auch das übrige Pflanzengewebe an. Im Bereich der Triebspitze werden dann wahllos Fruchtanlagen, Knospen, Blüten und Stengelpartien befressen. Die Triebspitze welkt und stirbt ab. Kommen derartige Beschädigungen nur vereinzelt im Bestande vor, dürften sie kaum von Bedeutung für den Ertrag sein. Wenn sie sich dagegen auf den größten Teil der Pflanzen erstrecken, muß nach Ansicht von Friederichs (1921) auch die Larve als Schädling bezeichnet werden. Maurer und Meuche (1940) bestätigen diese Ansicht. Sie beschreiben einen Schadfraß durch Rapsglanzkäferlarven, bei welchem sich das Absterben der Triebspitze auf 90% aller Pflanzen des Bestandes erstreckte. Sie sind der Meinung, daß durch Summierung der verlorengegangenen Knospen, Blüten und Schoten ein fühlbarer Ertragsausfall hervorgerufen wird.

Von weiteren im Zusammenhang mit meinen Untersuchungen hervorzuhebenden Veröffentlichungen über die Biologie und Ökologie von *M. aeneus* Fabr. sind besonders zwei Arbeiten von H.-J. Müller (1941) zu erwähnen, in denen ausführlich die Frage der Überwinterung und die Verhältnisse bei der Besiedlung der Rapsbestände im Frühjahr behandelt werden. Wenn die Lufttemperatur 9° C übersteigt, verlassen die Käfer die Winterquartiere. Sie suchen zunächst Frühlingsblüten in der Nähe der Winterquartiere auf. Die Männchen besitzen zu dieser Zeit bereits gereifte Geschlechtsorgane. Die Weibchen sind noch nicht geschlechtsreif. Sie führen daher zunächst einen Reifefraß an Frühlingsblüten durch. Sobald die Lufttemperaturen auf über 15° C ansteigen, fliegen die Käfer auf die Rapsfelder über. Die Weibchen suchen den Raps jedoch erst nach beendigtem Reifefraß auf. Bei spät einsetzendem Frühjahr mit plötzlicher starker Erwärmung können sie nach Beobachtungen von Nolte (1954) auch schon im unreifen Zustande dort erscheinen, ohne einen Reifefraß an Frühlingsblüten, die in solchen Jahren auch meist noch nicht vorhanden sind, durchgeführt zu haben.

Über das Auftreten anderer Vertreter der Gattung *Meligethes* als Rapsschädlinge finden sich in der Literatur nur vereinzelte Angaben. *M. viridescens* wird von verschiedenen Autoren (Burkhardt und v. Lengerken [1920], Friederichs [1921], v. Kirchner [1923]) als mitbeteiligt an den Glanzkäferschäden des Rapses bezeichnet, Ormerod (1874) sowie Burkhardt und v. Lengerken (1920) konnten in bezug auf die Biologie keine Unter-

schiede im Vergleich zu *M. aeneus* feststellen. BLUNCK (1921b) dagegen beobachtete, daß *M. viridescens* vor allem die Gattung *Raphanus* als Brutpflanzen bevorzugt. Das Auftreten beider Arten fiel nach seinen Untersuchungen (Naumburg 1920) zusammen. Während EXT (1920) vermutete, daß *M. viridescens* das Feld früher räumt als *M. aeneus,* fand BLUNCK (1921b) Ende Juli noch das gleiche Zahlenverhältnis beider Arten wie im Juni. Gegenüber dem Auftreten im Mai schien es sich eher zugunsten von *M. viridescens* verschoben zu haben. Im Verhalten hinsichtlich der Überwinterung bestehen nach den Untersuchungen von H.-J. MÜLLER (1941) zwischen *M. aeneus* und *M. viridescens* keine Unterschiede. Als weiteren Vertreter der Gattung *Meligethes,* der auf Raps gefunden wurde, erwähnt MÖLLER (1862) die Art *M. coracinus* Strm., macht aber über dessen Lebensweise keine Angaben. BAUNACKE (1924) gibt an, daß dem Raps solche Glanzkäferarten schädlich werden, die als Nährpflanze *Cruciferen* bevorzugen, nennt aber außer *M. aeneus* keine weiteren Arten. Die ersten eingehenderen Beobachtungen über das Auftreten verschiedener Vertreter der Gattung *Meligethes* an Raps wurden von BOLLOW (1950) in Bayern durchgeführt. Er konnte neben *M. aeneus* Fabr. und *M. viridescens* Fabr. die Arten *M. coracinus* Strm., *M. coeruleovirens* Först., *M. lumbaris* Strm., und in geringer Zahl *M. viduatus* Strm. und *M. maurus* Strm. feststellen. Bei Untersuchungen im übrigen deutschen Anbaugebiet (NOLTE und FRITZSCHE [1952]) wurden folgende sieben *Meligethes*-Arten auf Raps nachgewiesen: *M. aeneus* Fabr., *M. viridescens* Fabr., *M. coracinus* Strm., *M. picipes* Strm., *M. atratus* Ol., *M. maurus* Strm., *M. bidens* Brid., von denen neben *M. aeneus* vor allem *M. viridescens* und *M. coracinus* wegen ihres zahlreichen Auftretens erhöhte Aufmerksamkeit verdienen dürften, wofür das starke Auftreten dieser beiden Arten zur Zeit der Rapsvollblüte spricht. Inwieweit sie jedoch als Rapsschädlinge zu bezeichnen sind, blieb zunächst ungeklärt, da sich dies erst nach eingehenden biologischen Untersuchungen sagen läßt. *M. coeruleovirens, M. lumbaris* und *M. viduatus,* die von BOLLOW (1950) in Bayern beobachtet wurden, konnten in den übrigen deutschen Gebieten nicht gefunden werden. SCHERNEY (1953) hat neuerdings festgestellt, daß in Bayern neben *M. aeneus* auch *M. viridescens, M. coeruleovirens* und *M. coracinus* zu den Rapsschädlingen gerechnet werden müssen. Auch er konnte nachweisen, daß *M. aeneus* als erster im Frühjahr auf den Rapsfeldern erscheint, während die anderen Arten erst später zufliegen. Die Lebensweise von *M. viridescens* entspricht nach Untersuchungen dieses Verfassers derjenigen von *M. aeneus.* Über die Biologie der anderen Arten wurden keine näheren Angaben gemacht.

Aus der vorstehenden Literaturübersicht, die keineswegs Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann, ist zu entnehmen, daß die Ansichten über die Biologie des Rapsglanzkäfers sowie über den durch ihn angerichteten Schaden oft sehr unterschiedlich waren. Den biologischen Untersuchungen lag fast immer die Annahme zugrunde, daß es sich bei den an Raps auftretenden Glanzkäfern um *Meligethes aeneus* Fabr. handelte. Da inzwischen festgestellt werden konnte, daß auch andere *Meligethes*-Arten mit unbekannten biologischen Eigenschaften zum Teil in recht beträchtlichen Mengen den Raps vor allem während der Blütezeit aufsuchen, lag die Vermutung nahe, daß die unterschiedlichen Untersuchungsergebnisse früherer Beobachter eventuell auf artenmäßig uneinheitliches Käferausgangsmaterial zurückgeführt werden könnten. In vorliegender Arbeit soll daher das Rapsglanzkäferproblem untersucht und somit zur Klärung der tatsächlichen Verhältnisse beigetragen werden.

B. Geographische Verbreitung der an Raps gefundenen *Meligethes*-Arten

Die Verbreitung der verschiedenen an Raps gefundenen *Meligethes*-Arten innerhalb der deutschen Anbaugebiete ist auf Abb. 1 dargestellt. Hierbei wurden nicht die politischen Grenzen, sondern die natürlichen Vegetationsgebiete nach HUECK (1936) zugrunde gelegt, um Vergleiche zwischen dem Auftreten der einzelnen Arten, der vorherrschenden Vegetation und den Klima- und Bodenverhältnissen durchführen zu können. Die Angaben für Bayern (Vegetationsgebiete S 6—S 8) sind den Arbeiten von BOLLOW (1950) und SCHERNEY (1953) entnommen. Über die Verbreitung der verschiedenen Vertreter der Gattung *Meligethes* innerhalb der übrigen deutschen Gebiete haben NOLTE und FRITZSCHE (1952) eine vorläufige Übersicht veröffentlicht. Das Käfermaterial, das ihren Untersuchungen zugrunde lag,

wurde im Jahre 1951 in verschiedenen Gegenden Deutschlands gefangen. Die Zahl der Proben aus den einzelnen Vegetationsgebieten war hierbei sehr unterschiedlich; ferner waren die Termine für die Probeentnahme nicht überall die gleichen, so daß ihre Angaben der Bestätigung bzw. der Ergänzung durch weitere Untersuchungen in dieser Richtung bedurften. Es wurden daher im Jahre 1952 mit Unterstützung der Pflanzenschutzämter und der phytopathologischen Institute der Universitäten Jena, Leipzig, Rostock und der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim in fast allen Vegetationsgebieten Deutschlands, mit Ausnahme Bayerns, nochmals umfangreiche Käferfänge durchgeführt. Hierbei wurde vor allem auf den Zeitpunkt und den Umfang der Fänge Wert gelegt, um nach Möglichkeit einen vollständigen Überblick über das Auftreten der verschiedenen Vertreter der Gattung *Meligethes* an Raps in den einzelnen Gebieten Deutschlands zu gewinnen. Die Fänge erfolgten im Durchschnitt an 5 gleichmäßig über die Vegetationsperiode des Rapses verteilt liegenden Terminen. Die Zahl der Fangstellen innerhalb eines Vegetationsgebietes betrug mindestens 5. Insgesamt lagen den Untersuchungen des Jahres 1952 49 176 Käferexemplare zugrunde. Die Bestimmung der Arten erfolgte nach REITTER (1911). Für Vergleiche wurden die Bestimmungstabellen von REITTER (1919), KUHNT (1913) und GANGLBAUER (1899) verwandt[1].

Das Auftreten der verschiedenen *Meligethes*-Arten an Raps ist in Abb. 1 unabhängig von ihrem zahlenmäßigen Vorkommen eingetragen. Hieraus ist zu ersehen, daß *M. aeneus* in sämtlichen Vegetationsgebieten, in denen Käferfänge durchgeführt wurden, vertreten war. 1951 wurde diese Art von NOLTE und FRITZSCHE (1952) auf der Insel Usedom nicht festgestellt (eine Probe mit 30 *Meligethes*-Exemplaren). Bei den Untersuchungen im folgenden Jahr und im Jahre 1953 wurde sie jedoch in allen von dort stammenden Proben, die allerdings wesentlich umfangreicher waren als der Fang 1951, gefunden. Das Fehlen von *M. aeneus* im ersten Jahr kann daher nur auf die geringe Käferzahl, die der Beobachtung zugrunde lag, zurückgeführt werden.

M. viridescens konnte im Jahre 1951 in allen Vegetationsgebie-

Abb. 1. Auftreten der verschiedenen *Meligethes*-Arten in den natürlichen Vegetationsgebieten

[1] Die Nachbestimmung der Ergebnisse wurde freundlicherweise von Herrn Prof. Dr. MACHATSCHKE, Berlin, und Herrn Dr. O. REBMANN, Frankfurt a. M., durchgeführt, wofür ich auch an dieser Stelle nochmals danken möchte.

ten nachgewiesen werden. Diese Art muß ebenso wie *M. aeneus* in Deutschland als allgemein an Raps vorkommend bezeichnet werden.

Das gleiche gilt für *M. coracinus*. Während er bei den Untersuchungen 1951 in Schleswig-Holstein, in der Kölner Tieflandsbucht, im Pfälzer Wald und Nordpfälzer Bergland nicht beobachtet wurde, war er 1952 in den Proben aus diesen Gebieten vertreten. In Bayern wurde er von BOLLOW (1950) und SCHERNEY (1953) nur im Bayrischen Wald nicht festgestellt.

M. picipes tritt überall in Nord- und Mitteldeutschland an Raps auf. Sein zahlenmäßiger Anteil an den Fängen ist allerdings gering. In Süddeutschland wurde er nur in der Schwäbischen Alb und im Neckarbergland gefunden.

Die Arten *M. coeruleovirens* und *M. lumbaris*, die nach Angaben von BOLLOW (1950) und SCHERNEY (1953) in größerer Zahl die Rapsbestände aufsuchten, konnten bisher nur in Bayern beobachtet werden; ebenso *M. viduatus*, der jedoch auf Raps nur ein Zufallsgast zu sein scheint (BOLLOW [1950]).

Neben den bisher genannten Arten war *M. atratus* vereinzelt in einigen Gebieten Süd-, Mittel- und Norddeutschlands anzutreffen. *M. bidens* wurde wie im Jahre 1951 nur in wenigen Exemplaren in Mecklenburg gefunden. *M. maurus*, den BOLLOW (1950) bei Ingolstadt an Raps feststellte, war 1951 und 1952 auch in den Proben aus Neustadt a. d. Haardt enthalten. Daneben wurde er 1952 in ganz geringer Zahl im Harzvorland bei Aschersleben beobachtet.

Über die Verbreitung der verschiedenen Arten der Gattung *Meligethes* an Raps in Deutschland kann auf Grund der Untersuchungen der Jahre 1951 und 1952 und der Angaben von BOLLOW (1950) und SCHERNEY (1953) festgestellt werden, daß *M. aeneus*, *M. viridescens* und *M. coracinus* in Deutschland als allgemein verbreitet zu gelten haben. *M. picipes* besiedelt in Nord- und Mitteldeutschland regelmäßig, wenn auch in geringerer Zahl als die erstgenannten Arten, die Rapsbestände. In Bayern wurde *M. coeruleovirens* auf den Rapsbeständen beobachtet. Die übrigen Arten treten nur in wenigen Gebieten auf. Ihr zahlenmäßiger Anteil ist jedoch dort so gering, daß sie als Zufallsgäste betrachtet werden müssen. In die vorliegenden Untersuchungen wurden daher nur *M. aeneus*, *M. viridescens*, *M. coracinus* und *M. picipes* einbezogen.

Die natürlichen Vegetationsgebiete Deutschlands
(Entnommen aus: HUECK [1936])

Norddeutschland, (N): 1. südlicher Landrücken, 2. märkisches Zwischenland, 3. mecklenburgisch-pommerischer Landrücken, 4. Schleswig-Holstein, 5. Nordseeküstengebiet, 6. Leipzig-hallische Tieflandsbucht, 7. Kölner Tieflandsbucht, 8. Münsterland, 9. Hügelland der Heide, 10. niedersächsische Ebene.

Mitteldeutschland, (M): 1. Rheinisches Schiefergebirge, 2. hessisches Bergland, 3. Weserbergland, 4. Harz und Harzvorland, 5. Thüringen, 6. sächsisches Gebirgsland.

Süddeutschland, (S): 1. Oberrheinebene, 2. Schwarzwald, 3. Odenwald und Spessart, 4. pfälzer Wald und nordpfälzer Bergland, 5. schwäbische Alb und Neckarbergland, 6. fränkische Alb und fränkisches Hügelland, 7. bayrischer Wald, 8. schwäbisch-bayrisches Alpenvorland, 9. bayrische Alpen.

C. Biologie und Ökologie der *Meligethes*-Arten: *M. aeneus, M. viridescens, M. coracinus* und *M. picipes*

Wie schon einleitend erwähnt, ist die Biologie und Ökologie von *Meligethes aeneus* sehr gut untersucht, während für *M. viridescens* nur vereinzelte und für *M. coracinus* und *M. picipes* keine Angaben in dieser Hinsicht vorliegen. Es wurden daher in den Jahren 1952–1954 an der Biologischen Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Institut für Phytopathologie Aschersleben, eingehende Untersuchungen zur Klärung der Biologie und Ökologie dieser drei Arten durchgeführt. Daneben wurde zu Vergleichszwecken auch *M. aeneus* in die Beobachtungen mit einbezogen. Nolte und Fritzsche (1952) konnten 1951 feststellen, daß die verschiedenen an Raps gefundenen *Meligethes*-Arten in den einzelnen Anbaugebieten Deutschlands sowohl zeitlich als auch mengenmäßig unterschiedlich auftreten. Es war daher notwendig, die Untersuchungen zur Ökologie der vier *Meligethes*-Arten in solchen Gebieten durchzuführen, in denen auf Grund der Ergebnisse von 1951 mit einem entsprechend starken Auftreten der betreffenden Arten gerechnet werden mußte. Folgende Vegetationsgebiete wurden hierzu ausgewählt:

1. Mecklenburgisch-pommerischer Landrücken, besonders das Gebiet um Stralsund und Schwerin-Wismar.
2. Harz und Harzvorland (Umgebung von Aschersleben und Könnern).
3. Leipzig-hallische Tieflandbucht mit dem Gebiet um Halle und Leipzig.

Daneben wurden vor allem 1952 und z. T. auch 1953 während der Vegetationsperiode des Rapses in den meisten deutschen Anbaugebieten laufend Käferfänge durchgeführt. Über die bei den biologischen und ökologischen Untersuchungen angewandte Methodik wird in den folgenden Kapiteln gesondert berichtet.

I. Das Winterquartier

Über das Winterquartier von *M. aeneus* finden sich bei Kaufmann (1925) und v. Weiss (1940) einige Angaben. Eingehende Untersuchungen darüber wurden von H. J. Müller (1941) durchgeführt, die gefundenen *Meligethes*-Exemplare wurden von ihm jedoch nicht artenmäßig getrennt. Nach seinen Beobachtungen bevorzugen sie zur Überwinterung humusreiche, gut durchlüftete und feuchte, aber nicht zu nasse Böden, die eine mäßig geschlossene nicht verfilzte Kraut- und Staudendecke tragen. Als besonders geeignet bezeichnet er Waldränder der Pflanzengesellschaft *Quercetum carpinetum stachyetosum, corydaletosum* und die feuchteren Ausbildungen von *typicum*. Innerhalb des Waldes werden vor allem hängige Flächen ausgewählt, wobei die Exposition derselben keine Rolle spielt. Winterquartiere von *Meligethes* konnten bis mehrere 100 Meter in den Wald hinein gefunden werden. Die Käfer überwinterten in einer Tiefe von etwa 2—5 cm. Vereinzelte Exemplare fanden sich auch noch in 10 cm Tiefe.

Nach den Beobachtungen von Nolte und Fritzsche (1952) suchen die einzelnen *Meligethes*-Arten im Frühjahr die Rapsbestände nicht gleichzeitig auf. Als erster wurde *M. aeneus* gefunden. *M. viridescens, M. coracinus* und *M. picipes* besiedelten den Raps ein bis drei Wochen später. Um festzustellen, inwieweit die Überwinterungsverhältnisse hierfür von Bedeutung sind, wurden in den Jahren 1952–1954 umfangreiche Winterquartieruntersuchungen an verschiedenen Orten der obengenannten drei Vegetationsgebiete durchgeführt.

I. METHODIK DER WINTERQUARTIERUNTERSUCHUNGEN

a) Probenentnahmen

Für die Probenentnahmen wurden solche Stellen ausgewählt, die nach den Beschreibungen von H.-J. MÜLLER (1941) auf ein *Meligethes*-Winterquartier schließen ließen. Daneben wurden jedoch auch Probenentnahmen an Weg- und Grabenrändern, ferner in Nadel- und Mischwald, auf Kulturflächen, in Gärten und auf Ödland durchgeführt. Mit einer kleinen Schaufel wurde der Boden auf einer Fläche von 0,25 qm in vier verschiedenen Tiefen (0–2 cm, 2–5 cm, 5–8 cm und 8–10 cm) getrennt entnommen, wobei auch Laub und sonstiges am Boden liegendes Pflanzenmaterial mit einbegriffen wurde. Die Durchführung dieser Untersuchungen erfolgte während der Vegetationsruhe vom Spätherbst bis in das zeitige Frühjahr.

b) Untersuchung der Proben auf Käferbesatz

Da das Sieben des Bodens bei großer Nässe bzw. Frost nicht durchführbar ist und daher im Winter nicht angewandt werden kann, wurden die Proben zur Untersuchung auf Käferbesatz sofort nach der Entnahme in Wasser aufgeschwemmt. Hierzu wurde der Boden handvollweise in eine flache Schale (Durchmesser etwa 25 cm), die bis zu einer Höhe von etwa 5 cm mit Wasser gefüllt war, gestreut. Innerhalb von 1–2 Minuten schwammen die Käfer – lebende und tote – auf der Oberfläche und konnten hier leicht abgelesen werden. Vorhandene Erdbrocken wurden in Wasser zerdrückt. Das Wasser mußte von Zeit zu Zeit erneuert werden. Schwierigkeiten bereitete diese Methode nur bei Böden mit einem starken Besatz an gröberem Pflanzenmaterial. In einem derartigen Fall wurde die Wasseroberfläche verhältnismäßig schnell mit diesen Teilen bedeckt und dadurch das Erkennen der Käfer erschwert. Man hilft sich dann durch sehr häufiges Wechseln des Wassers für die Auswaschung.

Mit dieser Methode werden bei humosem Lehmboden 85–90 % der tatsächlich vorhandenen *Meligethes*-Exemplare erfaßt, bei sandigem Lehm beträgt der Genauigkeitsgrad etwa 95 %. Zur Feststellung dieser Prozentsätze wurden von jeder Bodenart je 10 käferfreie Proben (Erde der Institutsgärtnerei) in der angegebenen Form ausgewaschen, nachdem ihnen je 50 *Meligethes* beigemischt worden waren.

Auf die Auswertung der Begleitfauna wurde aus den gleichen Gründen, die auch von H.-J. MÜLLER (1941) angegeben wurden (schwierige Bestimmbarkeit, zu geringe Genauigkeit der Auslesemethode für diesen Zweck, Bedeutungslosigkeit für die Auffindung neuer *Meligethes*-Winterquartiere) verzichtet.

c) Mechanische und chemische Untersuchung des Bodens

Nach den Angaben von H.-J. MÜLLER (1941) fanden sich *Meligethes*-Winterlager nur in Böden von bestimmter Beschaffenheit. Um festzustellen, inwieweit die einzelnen Arten sich hinsichtlich ihrer Ansprüche an den Boden der Winterquartiere unterschiedlich verhalten, waren genaue mechanische und chemische Bodenuntersuchungen notwendig.

aa) Mechanische Bodenanalyse

Zur Charakterisierung der Bodenbeschaffenheit des Winterquartiers wurden folgende Bestimmungen durchgeführt:

1. Bestimmung der abschlämmbaren Bestandteile,
2. Trockensubstanzbestimmung,
3. Bestimmung des spezifischen Gewichts,
4. Bestimmung des Porenvolumens,
5. Wasserkapazitätsbestimmung.

Die Analysen erfolgten nach den von WIESSMANN und NERING (1951) angegebenen Methoden. Hierbei wurden von jeder Untersuchungsstelle (0,25 qm) fünf Bodenproben aus einer Tiefe von 0–5 cm und fünf aus einer Tiefe von 5–10 cm entnommen, getrennt bestimmt und hieraus für jede der beiden Tiefenlagen der Durchschnitt errechnet. Die Entnahme der Proben erfolgte mit einem Bodenbohrer (Strukturprobenstecher „Polikeit").

bb) Chemische Bodenanalyse

Die chemische Bodenanalyse erstreckte sich auf die Bestimmung der organischen Substanz und auf die pH-Wert-Bestimmung.

Die Bestimmung der organischen Substanz erfolgt durch Ermittlung des Glühverlustes (WIESSMANN und NEHRING [1951]), da ein genauer arbeitendes Verfahren im Rahmen der technischen Möglichkeiten, die mir zur Verfügung standen, nicht durchführbar war.

Der pH-Wert wurde elektrometrisch in H_2O bestimmt, der chemischen Bodenanalyse lag die gleiche Anzahl an Bodenproben zugrunde wie der mechanischen.

d) Biotopaufnahmen

Die Charakterisierung der *Meligethes*-Winterquartiere erfolgte neben der Bestimmung der Bodenbeschaffenheit durch die Aufnahme der topographischen Lage und der Vegetation. Auf die Notwendigkeit derartiger Untersuchungen wird von H.-J. MÜLLER (1941) eingehend hingewiesen, da „die Pflanzenassoziationen den relativ leicht erfaßbaren Ausdruck der summierten Wirkung aller Standortfaktoren" bilden.

Die Ermittlung des Pflanzenbestandes am Winterquartier erfolgte in einem Umkreis von 10 m von der Fundstelle.

2. CHARAKTERISIERUNG DER WINTERQUARTIERE

a) Winterquartiersuche

Obwohl das Winterlager des *M. aeneus* von H.-J. MÜLLER (1941) genau charakterisiert war, hielt ich es im Rahmen der vorliegenden Arbeit für notwendig, Untersuchungen hierüber anzustellen, da nicht von vornherein angenommen werden konnte, daß seine Angaben auch für die anderen *Meligethes*-Arten zutreffen. Es wurden daher in den drei obengenannten Vegetationsgebieten insgesamt 276 Bodenproben (0,25 qm) von den verschiedensten Biotopen entnommen und auf ihren Besatz an *Meligethes*-Arten untersucht. Die zahlenmäßige Verteilung der Proben geht aus Tabelle 1 hervor.

Die Untersuchung dieser Proben ergab, daß sowohl *M. aeneus* als auch *M. viridescens*, *M. coracinus* und *M. picipes* im allgemeinen die feuchteren Lagen des Eichen-Hainbuchenwaldes als Überwinterungsstätten bevorzugen. In Tab. 2 sind die durchschnittlichen *Meligethes*-Funde an den verschiedenen Biotopen der einzelnen Vegetationsgebiete zusammengestellt. Daneben ist das Vorkommen der verschiedenen Arten ohne Berücksichtigung ihres zah-

Tabelle 1. Verteilung der Bodenproben auf die einzelnen Vegetationsgebiete

Vegetationsgebiet	Ort	Zahl der Proben
Mecklenburgisch-pommerischer Landrücken	Gebiet um Stralsund	60
	Schwerin-Wismar	45
Harz und Harzvorland	Aschersleben	82
	Zellewitz b. Könnern	35
Leipzig-hallische Tieflandsbucht	Stichelsdorf b. Halle	30
	Lindenthal bei Leipzig	24

Tabelle 2. Winterlageruntersuchungen an verschiedenen Biotopen

Biotop	Zahl der durchschnittl. pro 0,25 qm gefundenen Individuen	Aenens	Viridescens	Coracinus	Picipes
Eichen-Hainbuchenwald	40 — 1500	+	+	+	+
Eichen-Birkenwald	20 — 120	+	+	+	+
Erlenwald	0 — 20	+	—	+	+
Kleingärten	0 — 12	+	+	+	+
Wiesen an Waldrändern	0 — 10	+	+	+	+
An einzelnen Bäumen und Sträuchern	0 — 10	+	+	+	—
Straßengräben	0 — 3	+	+	+	—
Ränder von Feldwegen	0 — 1	+	—	—	—
Offene Wiesen	0	—	—	—	—
Nadelwald	0	—	—	—	—
Rapsstoppel	0	—	—	—	—
Getreidestoppel	0	—	—	—	—
Luzerne- und Kleefelder	0	—	—	—	—
Obstplantagen	0	—	—	—	—
Auf Ödland Unkräuter und Steine)	0	—	—	—	—

lenmäßigen Anteils vermerkt. Von den genannten Biotopen war der Eichen-Hainbuchenwald in jedem der genannten Gebiete vorhanden, ebenso Eichen-Birkenwald. Erlenbestände wurden nur in Mecklenburg gefunden. Bei Stichelsdorf (Halle) und Zellewitz bei Könnern fehlte der Nadelwald. Die übrigen der genannten Biotope waren in allen Gebieten anzutreffen.

Es können also die von H.-J. MÜLLER (1941) hinsichtlich der *Meligethes*-Winterquartiere gemachten Angaben als für jede der vier genannten Arten gültig angesehen werden. Dennoch bestehen zwischen ihnen hinsichtlich der Ansprüche an die Beschaffenheit des Überwinterungsplatzes einige Unterschiede, auf die in den folgenden Ausführungen eingegangen werden soll.

b) Artunterschiede hinsichtlich der Ansprüche an die Beschaffenheit des Winterlagers

In diesem Zusammenhang sollten vor allem folgende Fragen geklärt werden:

1. Stellen die einzelnen Arten unterschiedliche Ansprüche an die Lage des Winterquartiers (Himmelsrichtung, höher oder tiefergelegene Stellen)?
2. Suchen sie Stellen mit bestimmter Pflanzendecke zur Überwinterung auf?
3. Werden Böden von besonderer Struktur und Feuchtigkeit bevorzugt?

4. Bestehen Artunterschiede hinsichtlich der Ansprüche an die chemischen Eigenschaften der Böden?
5. Überwintern die einzelnen Arten in verschiedenen Tiefenlagen?

Zur Feststellung derartiger Unterschiede sind neben einer genauen Analyse des Standortes (Bodenbeschaffenheit, Lage, Vegetation) zahlreiche Fundstellen, die eine genügend große Käfermenge enthalten, notwendig. Die Untersuchungen hierzu erfordern sehr viel Zeit und Arbeitsaufwand, so daß ihr Umfang im Rahmen dieser Arbeit hierdurch begrenzt wurde. Da es aus räumlichen Gründen nicht möglich ist, auf die zahlreichen durchgeführten Einzeluntersuchungen einzugehen, soll im Folgenden nur ein besonders charakteristisches Beispiel zur Klärung der gestellten Fragen wiedergegeben werden. An den übrigen Untersuchungsstellen wurden ähnliche Verhältnisse vorgefunden.

Beispiel:

Winterquartier Aschersleben

SO-Abhang des Eintales. Der Abhang ist etwa 30 m lang und zieht sich 320 m an der „Eine" entlang hin. Der Anstiegswinkel beträgt 30°–40°. Die vorhandene Vegetation gehört der Subassociation *corydaletosum* des *Quercetum carpinetum* an. Auf eine Wiedergabe der vorgefundenen Pflanzenarten wird an dieser Stelle verzichtet.

Zur Feststellung der Bodenbeschaffenheit an diesem Abhang wurden in neun verschiedenen Höhenlagen (Abstand) der Entnahmestellen jeweils 3 m) in 0-5 cm und 5-10 cm Tiefe Proben entnommen und hinsichtlich der chemischen und mechanischen Eigenschaften des Bodens in der obengenannten Form untersucht. Während die Ergebnisse für die beiden Tiefen übereinstimmten, waren sie für die

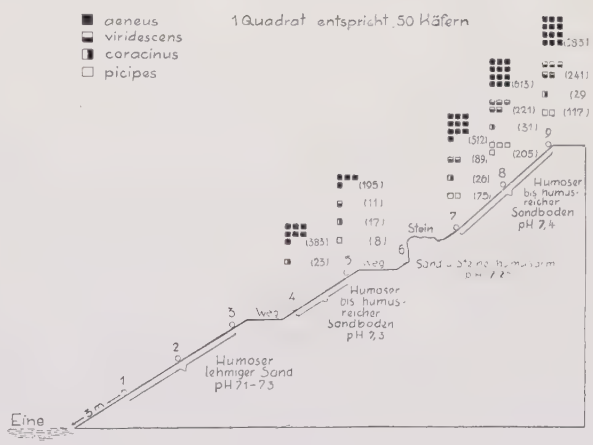


Abb. 2 Verteilung der *Meligethes*-Arten an den einzelnen Probestellen des Winterquartiers Aschersleben

Tabelle 3. Mechanische und chemische Bodeneigenschaften am Winterquartier (Aschersleben, Eintal) (Angabe in %)

Art der Bestimmung	Nummer der Entnahmestelle (vgl. Skizze Abb. 2)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Abschlämmbare Bestandteile	12	12	9	5	5	0,5	4	3,5	4
Trockensubstanz	99,2	97	97,2	97,6	97,6	99,3	97,2	97,2	96,5
Spezifisches Gewicht	2,65	2,60	2,55	2,35	2,35	2,61	2,40	2,35	2,35
Porenvolumen	51	50	51	57	59	45	57	59	59
Wasserkapazität	31,3	35,1	34	61,7	55	14,1	54,2	61,5	59,8
Glühverlust	6,1	8,0	7,5	8,6	9,3	1,1	10,5	9,1	11,2
pH-Wert	7,15	7,1	7,3	7,3	7,25	7,25	7,4	7,45	7,4

einzelnen Höhenlagen unterschiedlich. In der Skizze auf Abb. 2 ist die Lage der Probestellen und die an ihnen vorgefundene Bodenart eingetragen. Die Charakterisierung der Bodenart erfolgte nach WIESSMANN und NEHRING (1951) auf Grund der in Tab. 3 zusammengestellten Untersuchungsergebnisse.

Die Untersuchungen wurden an vier weiteren Stellen des gleichen Abhanges, die jeweils 20 m voneinander entfernt lagen, wiederholt. Die Vegetationsverhältnisse waren überall gleich. Auch hinsichtlich der Bodenbeschaffenheit konnten keine Unterschiede festgestellt werden.

Zur Feststellung des Käferbesatzes an den einzelnen Probestellen wurde jeweils der Boden von 2,5 qm Fläche in vier verschiedenen Tiefen in der angegebenen Weise ausgewaschen. Hierbei konnte festgestellt werden, daß tatsächlich Artunterschiede hinsichtlich der Ansprüche an die Beschaffenheit des Winterlagers bestehen. In der Skizze auf Abb. 2 ist die mengenmäßige Verteilung der *Meligethes*-Arten *M. aeneus, M. viridescens, M. coracinus* und *M. picipes* an den verschiedenen Stellen dieses Abhangs im Durchschnitt der fünf Wiederholungen dargestellt. Hieraus ist zu ersehen, daß *M. viridescens* und *M. picipes* deutlich die höheren und damit die im Frühjahr schneller abtrocknenden Lagen bevorzugen, während *M. aeneus* und *M. coracinus* in dieser Beziehung weniger anspruchsvoll sind. Allerdings werden auch von ihnen die Lagen in der Nähe des Baches (Fundstellen 1–3) gemieden. Diese Stellen sind offenbar zu feucht und schlecht durchlüftet. Der Gehalt an abschlämmbaren Bestandteilen ist hier wesentlich höher als an anderen Stellen (9–12 %). Dies deutet auf eine hohe wasserhaltende Kraft des Bodens hin. Auch der Humusgehalt ist hier niedriger als in den höheren Lagen. Der etwas geringere pH-Wert hat keinen Einfluß auf die Eignung eines Bodens als Winterlager, da in Mecklenburg *Meligethes aeneus* und *M. coracinus* noch an Stellen mit einem pH-Wert von 5,1, die aber sonst eine günstige Beschaffenheit zeigten, gefunden wurden.

Tabelle 4.
Zahl der am Winterquartier Aschersleben, „Einetal", gefundenen *Meligethes*-Exemplare

Art	Probestelle (je 0,25 qm)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
aeneus	—	—	—	383	195	—	512	613	585
viridescens	—	—	—	—	11	—	89	221	241
coracinus	—	—	—	23	17	—	26	31	29
picipes	—	—	—	—	8	—	73	205	117

In Tab. 4 sind die im Durchschnitt von 5 Wiederholungen in den einzelnen Höhenlagen gefundenen *Meligethes*-Exemplare zahlen- und artenmäßig zusammengestellt.

Um festzustellen, ob die einzelnen Arten bestimmte Expositionen bevorzugen, wurden diese Untersuchungen auch an einem NW-Hang und an einem S-Hang des Einetales, an denen die gleichen Vegetations- und Bodenverhältnisse vorlagen, durchgeführt. Es konnten keine Unterschiede hinsichtlich der Käferdichte am SO-Abhang beobachtet werden. *M. viridescens* und *M. picipes* bevorzugten auch hier die höheren Lagen.

Hinsichtlich der Beschaffenheit des Bodens am Winterquartier stellen alle Arten die gleichen Ansprüche (vgl. Tab. 3 und 4). Sie bevorzugen humose bis humusreiche Böden mit guter Durchlüftung und nicht zu hohem Gehalt

an abschlämmbaren Bestandteilen. Daneben müssen diese eine ausreichende Feuchtigkeit besitzen. An Stellen, die der Sonneneinwirkung direkt ausgesetzt sind und damit sehr schnell austrocknen, wurden niemals Käfer gefunden. Dies entspricht auch den Angaben von H.-J. Müller (1941).

Nach H.-J. Müller (1941) überwintern die *Meligethes*-Arten in einer Tiefe von 2–5 cm. Vereinzelt fand er auch Exemplare bis zu 10 cm. Zur Klärung der Frage, ob die einzelnen Arten unterschiedliche Tiefenlagen zur Überwinterung bevorzugen, wurde an den Probestellen 8 (fünf Wiederholungen) der Besatz an *Meligethes*-Arten in 0–2 cm, 2–5 cm, 5–8 cm und 8–10 cm Tiefe ermittelt. Alle Arten bevorzugen unter den vorliegenden Bodenverhältnissen die Tiefe von 2–5 cm zur Überwinterung. Sie konnten jedoch vereinzelt auch bis zu 10 cm Tiefe gefunden werden. *M. picipes* war auch noch bis zu 8 cm Tiefe in größerer Menge anzutreffen. Stichproben aus tieferen Lagen zeigten keinen *Meligethes*-Besatz. Bei sämtlichen Untersuchungen wurden stets neben den lebenden Käfern auch eine geringe Menge von toten Exemplaren und Bruchstücke von ihnen vorgefunden. v. Weiss (1940) sieht dies als Beweis dafür an, daß die Käfer diese Stellen ständig als Überwinterungsstätten benutzen. H.-J. Müller (1941) dagegen bezweifelt, daß es sich hierbei um Überreste aus dem vergangenen Jahr handelt. Er glaubt nicht, „daß sich so kleine und relativ dünne Chitinstücke so lange (mindestens müßte doch ein Jahr angenommen werden) in feuchtem Boden unverändert erhalten". Zur Klärung dieser Verhältnisse wurden Blumentöpfe (Durchmesser 12 cm) mit Erde beschickt, der je Topf 50 tote *Meligethes* beigemischt waren. Zehn von diesen Töpfen wurden am Winterquartier (Fundstelle 8) Ende Mai eingegraben, zehn in einem Kühlraum bei −7° C und zehn in einem temperaturkonstanten Raum bei + 20° C ausgestellt. Die Töpfe bei + 20° C wurden im Abstand von 4–5 Tagen mäßig gegossen. Bei einer Kontrolle nach 5 Wochen (je 5 Töpfe kontrolliert) konnte festgestellt werden, daß in den Töpfen, die bei + 20° C gestanden hatten, nur 8–10 % der Käfer unverändert waren, etwa 25 % lagen als Bruchstücke vor. Die restlichen Exemplare wurden nicht wiedergefunden. Die Käfer in den Töpfen aus dem Kühlraum waren unverändert. Am Winterquartier waren 10 % der Tiere unverändert, etwa 20 % nicht auffindbar, der Rest wurde als Bruchstücke vorgefunden. Bei einer weiteren Kontrolle (wiederum je 5 Töpfe), die acht Wochen nach Versuchsbeginn erfolgte, konnten in den Töpfen am Winterquartier und aus dem temperaturkonstanten Raum keine *Meligethes*überreste mehr festgestellt werden. In den Töpfen, die bei −7° C gestanden hatten, waren noch sämtliche Käfer erhalten.

Die Kontrolle der Töpfe auf Käferbesatz erfolgte durch Auswaschung (Genauigkeit 85–90 %).

Auf Grund dieser Versuche kann also festgestellt werden, daß tote *Meligethes*-Exemplare im Boden in verhältnismäßig kurzer Zeit zerstört und abgebaut waren. Tiefe Temperaturen verhindern den Abbau. Es erscheint hiernach ausgeschlossen, daß tote *Meligethes* am Winterquartier ein Jahr überliegen. Somit kann nicht auf Grund derartiger Funde auf eine längere Benutzung des Winterquartiers geschlossen werden.

Die überwinternden Käfer legen im Boden keine besonderen Plätze an. Sie verkriechen sich in natürlichen Hohlräumen oder unter Pflanzenteilen im Boden (Abb. 3). (Die Aufnahme wurde durch die Glaswand des Bohrereinsatzes gemacht und zeigt einen Käfer am Überwinterungsplatz.) Die einzelnen Arten zeigen in dieser Beziehung übereinstimmendes Verhalten.

Abb. 3. *M. aeneus* im Winterlager

Zusammenfassend läßt sich über das Winterquartier der *Meligethes*-Arten *M. aeneus, M. viridescens, M. coracinus* und *M. picipes* folgendes sagen:

Zur Überwinterung suchen die einzelnen Arten humose bis humusreiche, gut durchlüftete und feuchte, jedoch nicht zu nasse Böden auf. Abhänge und Böschungen werden bevorzugt, wobei sich die Arten *M. viridescens* und *M. picipes* vornehmlich in den etwas höheren Lagen vorfinden. Diese Stellen trocknen im Frühjahr früher ab als die tieferen Lagen. Winterquartiere fanden sich vor allem innerhalb der Pflanzenassociation des Eichen-Hainbuchenwaldes *(Quercetum carpinetum* Tx 1936). Dies trifft für alle hier untersuchten Arten zu.

Die Lage zur Himmelsrichtung spielt bei der Auswahl der Winterquartiere keine Rolle.

In der Überwinterungstiefe konnten keine artspezifischen Unterschiede beobachtet werden. Die größten Käferkonzentrationen fanden sich bei 2 bis 5 cm Tiefe.

II. Das Verlassen der Winterquartiere

Bei seinen Untersuchungen über das *Meligethes*-Winterquartier hat H. J. MÜLLER (1941) auch das Verlassen desselben im Frühjahr eingehend beobachtet. Er konnte feststellen, daß die ersten Käfer bei einer Lufttemperatur von + 9° C an der Erdoberfläche erscheinen. Genauer wäre es zwar, die Bodentemperaturen für derartige Beobachtungen heranzuziehen, nach Angaben des Verfassers stieß dies jedoch bei seinen Untersuchungen auf technische Schwierigkeiten.

Da sich die Feststellungen von H.-J. MÜLLER (1941) auf *Meligethes* allgemein beziehen, wurden eingehende Untersuchungen über die Auswanderung der einzelnen *Meligethes*-Arten aus den Winterlagern und die dabei herrschenden Bedingungen durchgeführt. Auf Grund der Beobachtungen von NOLTE und FRITZSCHE (1952) über ihr zeitlich unterschiedliches Erscheinen auf den Rapsbeständen konnte sogar angenommen werden, daß sie sich in dieser Beziehung verschieden verhalten würden. Wie aus den Arbeiten über den Rübenderbrüßler *Bothynoderes punctiventris* Germ., vor allem von PYATNITZKII (1940) und TIELECKE (1952), hervorgeht, spielen für das Verlassen des Bodens neben der Bodentemperatur auch die Bodenfeuchtigkeit eine wesentliche Rolle. Daneben weist PYATNITZKII (1940) auch auf einen möglichen Zusammenhang mit der Abnahme der Fettkörpersubstanz und dem CO_2-Gehalt des Bodens hin. Letzterer ist im Januar am geringsten, im Juli dagegen am höchsten. Es lag daher die Vermutung nahe, daß diese Faktoren auch für die einzelnen *Meligethes*-Arten Bedeutung haben könnten.

Zur Klärung der Bedingungen beim Verlassen der Winterquartiere und der möglicherweise hierbei bestehenden Artunterschiede waren daher eingehendere Beobachtungen über die Reaktion der einzelnen *Meligethes*-Arten im Winterlager auf Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen im Boden sowie auf unterschiedliche CO_2-Konzentration notwendig. Daneben wurden auch Untersuchungen über die Größe des Fettkörpers durchgeführt.

1. LABORVERSUCHE

Derartige Versuche sind naturgemäß mit gewissen Fehlern behaftet, da sie stets ein physiologisch einheitliches Käferausgangsmaterial in größerem Umfang voraussetzen, welches jedoch niemals exakt verwirklicht ist. Da außerdem die zahlenmäßige Ausdehnung der Versuche begrenzt war, können die gewonnenen Ergebnisse nur orientierenden Wert besitzen.

a) Ausgangsmaterial

Um für diese Versuche im Laufe des Winters eine ausreichende Menge der einzelnen *Meligethes*-Exemplare zur Verfügung zu haben, war es notwendig, eine entsprechende Anzahl von ihnen künstlich zu überwintern. Börner und Blunck (1919a) sowie Kaufmann (1925) stießen dabei auf erhebliche Schwierigkeiten, da die Käfer verhältnismäßig hohe Ansprüche an die Bodenbeschaffenheit stellen, die ihnen nicht bekannt waren. Ich nahm daher im Spätherbst (November) umfangreiche Bodenauswaschungen an bekannten Winterquartieren vor und bestimmte die gefundenen *Meligethes*-Arten auf ihre Artzugehörigkeit. Dies erfolgte in einem Kühlraum bei + 2° C. Bei dieser Temperatur befinden sich die Käfer bereits im Starrezustand. Dadurch sollten eventuelle physiologische Schädigungen durch Narkotica vermieden werden. Die Käfer wurden dann in Blumentöpfe (∅ 12 cm), die Erde von dem entsprechenden Winterquartier enthielten, in eine Tiefe von 3–5 cm eingebracht und wieder mit Erde bedeckt (pro Topf 20 Stück einer Art). Die Töpfe wurden am Winterquartier eingegraben und die Oberfläche mit Laub und Pflanzenmaterial entsprechend den natürlichen Verhältnissen bedeckt. Diese Methode hatte sich im Vorjahr bereits gut bewährt. Die Zahl der toten Käfer in den Töpfen war im Frühjahr nicht höher als im Winterquartier (etwa 1–2,5 %).

b) Temperaturabhängigkeit

Alle Versuche zur Ermittlung der Ursachen, die das Verlassen der Winterquartiere beeinflussen, gestalten sich insofern schwierig, als angenommen werden muß, daß nicht ein Faktor allein hierfür in Frage kommt, sondern daß es sich um einen Faktorenkomplex handelt. Bei Untersuchungen der Einzelfaktoren müssen daher die übrigen nach Möglichkeit ausgeschlossen werden. Dies stößt versuchstechnisch auf gewisse Schwierigkeiten.

Im Rahmen der Temperaturuntersuchungen wurde zunächst für jede der einzelnen Arten das Aktivitätsminimum bestimmt. Kaufmann (1925) hat bereits ähnliche Versuche durchgeführt und festgestellt, daß *M. aeneus* bei + 2°–3° C in Kältestarre verfällt, bei 3°–4° zeigt er langsame und bei 4°–18° C normale Bewegungen. Die Versuchsdauer betrug jeweils 50 bis 60 Min. Über die Luftfeuchtigkeit in den Versuchsgefäßen werden keine Angaben gemacht. Während Kaufmann (1925) seine Untersuchungen an kalten Wintertagen im Freien durchführte, benutzte ich zur Gewährleistung

der Temperaturkonstanz Kühlräume (Reihenthermostat nach ZWÖLFER [1932], elektrischer Kühlraum). Die hier herrschende Luftfeuchtigkeit betrug 80%. Von jeder der vier *Meligethes*-Arten wurden je 2×20 Exemplare ohne Erde in Zuchtgefäße aus Glas (Höhe 3 cm, ∅ 7,5 cm, Drahtgazeverschluß) gebracht und verschiedenen Temperaturstufen ausgesetzt. Für jede Stufe wurden andere Tiere verwandt, um evtl. Beeinflussungen durch vorhergehende Temperatureinwirkung auszuschalten. Alle Tiere wurden Ende Februar den Töpfen am Winterquartier bei einer Bodentemperatur von 1–2 C entnommen. Das Verhalten der Käfer wurde bei folgenden Temperaturen beobachtet: 2°–3° C, 4°–6° C, 8° C, 10°–11° C und 15° C.

Tabelle 5. Reaktion der *Meligethes*-Arten auf niedrige Temperaturen. (Durchschnitt aus 2 Wiederholungen mit je 20 Käfern)

Temperaturen	*aeneus*	*viridescens*	*coracinus*	*picipes*
2°-3° C	Starre	Starre	Starre	Starre
4°-6° C	Langsame Bewegung der Fühler und Tarsen	Starre	Langsame Bewegung der Fühler und Tarsen	Starre
8° C	Langsames Gehen, einige Tiere nur Fühler- und Tarsenbewegung	Langsame Bewegung der Fühler und Tarsen, einige Tiere in Starre	Langsames Gehen	Bewegung der Fühler und Tarsen
10°-11° C	Normale Bewegungen	Langsames Gehen	Normale Bewegungen	Langsames Gehen. Einige Tiere normale Bewegungen
15° C	Normale Bewegungen, z. T. Flugversuche	Normale Bewegungen	Normale Bewegungen	Normale Bewegungen

Die Versuchsdauer betrug 10 Stunden, wobei die erste Kontrolle nach 4 Stunden durchgeführt wurde, da die Käfer infolge ihres Chitinpanzers einen Wärme- bzw. Kälteschutz besitzen, wodurch ein schneller Temperaturausgleich zwischen Körper und Außentemperatur verhindert wird. Hierauf wird vor allem von KAUFMANN (1925) hingewiesen. Es war anzunehmen, daß dieser Ausgleich nach 4 Stunden erfolgt war. Die Ergebnisse dieser Versuche finden sich in Tab. 5. Aus dieser ist zu ersehen, daß die einzelnen *Meligethes*-Arten unterschiedlich auf niedrige Temperaturen reagieren. Die Ergebnisse für *M. aeneus* stimmen mit den Beobachtungen von KAUFMANN (1925) fast überein. Das gleiche Verhalten zeigt auch *M. coracinus.* Während diese beiden Arten bereits bei Temperaturen von 4°–6° C aus der Starre erwachen, konnten bei *M. viridescens* und *M. picipes* die ersten Bewegungen der Fühler und der Tarsen erst bei 8° C festgestellt werden. Langsame Gehbewegungen führten *M. aeneus* und *M. coracinus* bei 8° C aus, die anderen Arten erst bei 10°–11° C. Eine nochmalige Kontrolle des Versuchs nach 10 Stunden brachte das gleiche Ergebnis.

Diese Versuche wurden, ebenso wie die folgenden, in der Zeit von Ende Februar bis Anfang März 1954 durchgeführt. Der Zeitpunkt wurde deshalb so gewählt, weil auf Grund von Vorversuchen festgestellt werden

konnte, daß bei allen hier untersuchten *Meligethes*-Arten etwa in der Zeit von Mitte Januar bis Mitte Februar eine physiologische Umstimmung der überwinternden Käfer erfolgt. Diese äußert sich in dem phototaktischen Verhalten der Tiere. Wurden nämlich in den Monaten November bis Januar Töpfe mit überwinternden Käfern für einige Tage in einen Raum mit einer Temperatur von 20° C gebracht, dann erschienen bereits nach wenigen Stunden schon die ersten Tiere an der Oberfläche. Sie zeigten aber alle stets ein deutlich negativ phototaktisches Verhalten, verkrochen sich in Ecken und suchten nach einiger Zeit trotz der Temperatur von 20° C Verstecke im Boden wieder auf. Zum Fraß dargebotene Haselnußblüten, die zu einer späteren Zeit gern angenommen werden, wurden nicht beachtet. Auch Kaufmann (1925) macht auf das negativ phototaktische Verhalten der *Meligethes* zu dieser Zeit aufmerksam. Wurden diese Versuche jedoch im Februar bis Anfang März durchgeführt, dann verhielten sich die gerade aus der Erde gekommenen Käfer zunächst einige Stunden ruhig an der Wand des Zuchtgefäßes oder am Gazedeckel. Die meisten von ihnen suchten dann die vorgelegten Haselnußblüten auf und begannen mit dem Fraß. Nur eine geringe Anzahl von ihnen ging wieder in den Boden zurück, um am nächsten Tag wieder an der Oberfläche zu erscheinen. Bis auf wenige Ausnahmen zeigten die Käfer um diese Zeit deutliches positiv phototaktisches Verhalten. Unterschiede zwischen den einzelnen Arten konnten in dieser Beziehung nicht beobachtet werden. (Auf die Einwirkung der Feuchtigkeit des Bodens wird an anderer Stelle eingegangen.)

Bei den Käferpräparationen, die in diesem Zusammenhang durchgeführt wurden, zeigte es sich, daß der Umfang des Fettkörpers (Corpus adiposum) ab Mitte Februar nur noch ganz gering ist. Zum Teil konnte er nicht mehr festgestellt werden. Im Januar war er bei allen untersuchten Tieren (es wurden jeweils 20 Exemplare jeder Art untersucht) noch deutlich vorhanden. Sein Umfang war um diese Zeit als gering bis mittelstark zu bezeichnen. In den Monaten November und Dezember besaßen alle Käfer noch einen stark ausgebildeten Fettkörper. Hieraus ist zu ersehen, daß die physiologische Umstimmung mit dem Verlust des Fettkörpers parallel verläuft. Wie sich diese Umstimmung auf die Reaktion der Tiere gegenüber Temperatur- und Feuchtigkeitseinwirkungen auswirkt, wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht untersucht.

Zur Feststellung der Bodentemperaturen, bei denen das Verlassen der Winterquartiere erfolgt, war es notwendig, die Faktoren „Feuchtigkeit" und „CO_2-Einwirkung" auszuschließen. Dies wurde wie folgt erreicht:

Wie aus dem Abschnitt „Abhängigkeit von der Bodenfeuchtigkeit" hervorgeht, erfolgt das Verlassen der Winterquartiere nur bei bestimmten Feuchtigkeitsgraden im Boden. Am günstigsten erwies sich eine Bodenfeuchtigkeit von 18–20%. Da die am Winterquartier eingegrabenen Töpfe zur Zeit der Durchführung der Versuche stets eine höhere Feuchtigkeit besaßen, mußte sie ohne Einwirkung von Wärme herabgesetzt werden, bevor der eigentliche Versuch beginnen konnte. Dies geschah mit Hilfe von konzentrierter Schwefelsäure. Hierzu wurden die Töpfe mit den überwinternden Käfern in Glasschalen von 4 cm Höhe und 12 cm ∅ gestellt und beide zusammen in ein sogenanntes Batterieglas (Höhe 18 cm, ∅ 15 cm), welches bis zu einer Höhe von 2 cm konzentrierte Schwefelsäure enthielt, eingebracht. Das Batterieglas wurde mit einem Deckel verschlossen. Die Bestimmung des Feuchtigkeitsgrades im Boden erfolgte nach Wiessmann und

NEHRING (1951). Die hierbei herrschende Außentemperatur betrug 2°–3° C (Kühlraum). Boden von ca. 28% Feuchtigkeit trocknet auf diese Weise in etwa 12 Stunden bis auf 20% zurück. Die Feuchtigkeitsbestimmungen erfolgten nicht in den Töpfen, die Käfer enthielten, sondern in Kontrolltöpfen. Diese waren gleichzeitig mit den übrigen im Herbst am Winterquartier eingegraben worden, enthielten jedoch keine Käfer.

Der CO_2-Gehalt ist während der Wintermonate im Boden nur sehr gering. Für das Winterquartier Aschersleben ergab die Bestimmung (Näheres hierzu siehe Abschnitt „Freilandbeobachtungen") im Februar 0,01 g je kg Boden. Wird solcher Boden dagegen in einen warmen Raum gebracht, so steigt sein Gehalt an CO_2 verhältnismäßig schnell (nach 6 Stunden bei 20° C bereits 0,05 g je kg Boden). Dies beruht auf der Tätigkeit von Mikroorganismen. Um sie auszuschalten, müßte der Boden sterilisiert werden. In einem Vorversuch wurden daher die in der Erde enthaltenen Käfer, ohne die Erde auszuwaschen, herausgesammelt, die Erde dann im Trockenschrank bei 100° C sterilisiert (Dauer der Hitzeeinwirkung 4 Std.), anschließend nach Abkühlung des Bodens durch Wasserzugabe wieder auf einen Feuchtigkeitsgrad von 18–20% gebracht und die Käfer zugegeben. In allen Fällen (insgesamt 5 Wiederholungen mit je 20 Käfern) waren die Tiere innerhalb von 24–36 Std. tot, ohne vorher an der Bodenoberfläche zu erscheinen, selbst wenn die Töpfe sofort in Temperaturen von 20° C gebracht wurden. Es treten also bei der Sterilisation im Boden Veränderungen ein, die auf *Meligethes* schädigend einwirken. Messungen des pH-Wertes ergaben eine Herabsetzung von 7,4 auf 6,1 nach der Sterilisation. Ähnliche Beobachtungen machte auch KOSAROFF (1907). Er stellte fest, daß bei der Bodensterilisation Zersetzungsprodukte entstehen, die zum Teil das Pflanzenwachstum fördern, in anderen Fällen aber auch schädigen. Da es außer der Sterilisation keine andere Methode gibt, die sich im Rahmen der vorliegenden Versuche zur Ausschaltung der natürlichen CO_2-Entwicklung eignen würde, wurde daher hierauf verzichtet und dieser Faktor als Fehlermöglichkeit in Rechnung gestellt.

Die Töpfe mit den überwinternden *Meligethes*-Arten (je Art 2 Töpfe mit je 20 Käfern) wurden nach Einstellung der Bodenfeuchtigkeit auf etwa 20% in der obengenannten Weise in temperaturkonstante Räume gebracht. Der Temperaturausgleich zwischen der Erde in den Töpfen und der Raumtemperatur erfolgte nach 1–3 Stunden (Kontrolle durch Bodentemperaturmessungen). In diesen Räumen herrschte eine Luftfeuchtigkeit von 80% (ständige Kontrolle mit Haarhygrometern). Auch die Bodenfeuchtigkeit wurde laufend mit Hilfe von Kontrolltöpfen überwacht. Von Zeit zu Zeit mußte der Feuchtigkeitsgrad durch leichtes Angießen korrigiert werden. Da zu den temperaturkonstanten Räumen kein Tageslicht Zugang hatte, wurden sie tagsüber etwa 12 Std. beleuchtet (Kaltlicht, Lichtstärke 180–200 Lux, gemessen mit Luxmeter). Als Temperaturstufen wurden verwandt: 4 bis 6° C, 8° C, 10–11° C, 15° C, 20–22° C. Hierbei wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Bei 4–6° C:

Nach 10 Tagen waren in keinem der Töpfe Käfer an der Erdoberfläche erschienen. Bei Nachsuchen im Boden fanden sie sich z. T. im Starrezustand, zum Teil mit langsamen Bewegungen der Gliedmaßen. Bei diesen Temperaturen ist also noch nicht mit einem Verlassen der Winterquartiere zu rechnen.

Bei 8° C:

Bei dieser Temperatur erschienen nach 12 Stunden je 2 *M. aeneus*. Nach drei Tagen hatten von dieser Art etwa 50% den Boden verlassen. Bis zum 10. Tage änderte sich dieser Prozentsatz nicht mehr. Bodenuntersuchungen ergaben, daß die restlichen Käfer noch keine Gehversuche machten, sondern nur Gliedmaßenbewegungen zeigten. Das gleiche konnte auch bei den übrigen Arten beobachtet werden. Hiernach ist das Verlassen der Winterlager durch *M. aeneus* bei Bodentemperaturen von + 8 ° C an zu erwarten. Dies stimmt auch ungefähr mit den Befunden von H.-J. Müller (1941) überein. Bei 10°–11° C wurden nach 48 Stunden sämtliche *M. aeneus*-Exemplare an der Bodenoberfläche beobachtet. Von *M. coracinus* und *M. picipes* hatten nach dieser Zeit etwa 20% den Boden verlassen. Der erste *M. viridescens* erschien nach 6 Tagen. Am 10. Tage waren 21 *M. coracinus* (= 52%) geschlüpft, für die übrigen beiden Arten war keine Änderung eingetreten. In der Temperaturstufe 15° C hatten nach 48 Stunden sämtliche *M. aeneus* und *M. coracinus* und nach 62 Stunden sämtliche *M. picipes* den Boden verlassen. Von *M. viridescens* erschienen fast täglich ein bis zwei Exemplare, so daß am 10. Tage etwa 65% der Gesamtzahl geschlüpft waren.

Bei 20°—22° C hatten sämtliche Arten bereits am zweiten Tag nach Beginn des Versuchs den Boden verlassen. Die Ergebnisse dieses Versuchs sind in Tab. 6 zusammengefaßt.

Tabelle 6. Verlassen der Winterquartiere in Abhängigkeit von der Temperatur

Art	Das Verlassen des Bodens beginnt bei:	Die Hauptmasse der Käfer erscheint bei:
aeneus	etwa 8° C	etwa 10° — 11° C
viridescens	etwa 10° — 11° C	etwa 15° — 20° C
coracinus	etwa 10° — 11° C	etwa 15° C
picipes	etwa 10° — 11° C	etwa 15° C

Diese Versuche zeigen, daß die einzelnen *Meligethes*-Arten im Winterquartier unterschiedlich auf Temperatureinwirkungen reagieren. Das Verlassen der Winterlager ist abhängig von der Bodentemperatur. *M. aeneus* erscheint bei niedrigeren Temperaturen als die übrigen Arten. Von diesen stellt *M. viridescens* die höchsten Wärmeansprüche. Inwieweit diese Verhältnisse auf das Freiland übertragen werden können, soll im Abschnitt II 2 „Freilandbeobachtungen" besprochen werden.

c) Abhängigkeit von der Bodenfeuchtigkeit

Im Rahmen der Untersuchungen über den Einfluß der Bodenfeuchtigkeit auf das Verlassen der Winterquartiere konnten nur Feuchtigkeitsbestimmungen nach der von Wiesmann und Nehring (1951) angegebenen Methode durchgeführt werden. Nach Untersuchungen von Friedel (1928) beeinflußt aber weniger der Wassergehalt des Bodens das Leben von Bodentieren, als vielmehr die relative Feuchtigkeit der Bodenluft. Von ihr ist die Verdunstung des Körpers abhängig. Im Experiment lassen sich jedoch Bodenfeuchtigkeit und Bodenluft nicht trennen (vgl. auch Friedel [1928]). Die im Folgenden angegebenen Ergebnisse haben daher nur unter den Bedingungen, bei denen sie erzielt werden, Gültigkeit, da die relative Luftfeuchtigkeit des Bodens abhängig ist von der Temperatur und der Beschaffenheit des Bodens.

Zur Feststellung des Feuchtigkeitsgrades des Bodens, bei dem die einzelnen *Meligethes*-Arten den Boden verlassen, wurden folgende Versuche durchgeführt:

Der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens der am Winterquartier eingegrabenen Töpfe betrug zur Zeit des Versuchsbeginns (Ende Februar) etwa 28 %. Von diesen wurden für jede Art je zwei Töpfe in der unter II, 1 b angegebenen Weise in Batteriegläser gebracht, die jetzt jedoch an Stelle von Schwefelsäure etwa 2 cm hoch destilliertes Wasser enthielten. Die Gläser wurden dann wasserdicht verschlossen und in einem temperaturkonstanten Raum bei 20° C (günstigste Temperatur zum Verlassen des Bodens für alle Arten) gebracht. Die relative Luftfeuchtigkeit in den Gläsern betrug > 95 %. Die Überwachung der Bodenfeuchtigkeit in Kontrollgefäßen ergab, daß bei dieser Anordnung die anfängliche Bodenfeuchtigkeit über 10 Tage hinaus konstant erhalten blieb. Nach drei Tagen hatten sämtliche *M. aeneus* und *M. coracinus* den Boden verlassen, die ersten *M. picipes* erschienen am 5. Tage (10 %). Bis zum 10. Tage änderte sich dieser Prozentsatz nicht mehr. *M. viridescens* erschien bei dieser Bodenfeuchtigkeit nicht.

Durch Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit auf 35–40 % (Angießen der Töpfe mit anschließender Feuchtigkeitsbestimmung) wurde bei allen Arten das Verlassen des Bodens verhindert, wobei auch eine Erhöhung der Temperatur auf 25°–26° C keinen Einfluß mehr ausübte.

Bei Versuchen mit anderen Temperaturstufen ergab sich, daß *M. aeneus* auch bei einer 28%igen Bodenfeuchtigkeit bei + 8° C erscheint. Bei dieser Feuchtigkeitsstufe verläßt *M. coracinus* den Boden bei 10°–11° C, *M. picipes* jedoch erst bei 20° C. *M. viridescens* konnte auch durch Temperaturen über 20° C (25°–30° C) nicht zum Schlüpfen veranlaßt werden. Diese Art erscheint aus dem Winterquartier erst, wenn die Bodenfeuchtigkeit bis auf 18–20 % zurückgegangen ist (Rücktrocknung mit Hilfe von konzentrierter Schwefelsäure in der oben beschriebenen Weise) und die Bodentemperatur mindestens 10°–11° C beträgt. Bei dieser Feuchtigkeitsstufe verläßt auch *M. picipes* bereits bei 10°–11° C den Boden.

Hieraus ist zu ersehen, daß das Verlassen der Winterquartiere von der Bodenfeuchtigkeit abhängig ist, wobei deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Arten bestehen.

d) Abhängigkeit vom CO_2-Gehalt des Bodens

JANISCH (1923 und 1925 b) hat im Rahmen reizphysiologischer Untersuchungen die Reaktion von Insekten (Brotkäfer, Kornkäfer und Mehlmotte) auf unterschiedliche CO_2-Konzentration der Luft beobachtet. Er konnte hierbei feststellen, daß eine Konzentrationserhöhung die Tiere primär zum Abwandern zwingt. Ableitung des Kohlendioxyds hebt diesen Zwang auf. Tiere in verschiedenem physiologischen Zustand (verschiedene Altersstufen) reagieren auf die Gaseinwirkung unterschiedlich.

Da PYATNITZKII (1940) den CO_2-Gehalt des Bodens als einen entscheidenden Faktor bei Verlassen der Winterquartiere des Rübenderbrüßlers ansieht, war es für die vorliegenden Untersuchungen notwendig, diese Verhältnisse für überwinternde *Meligethes*-Arten festzustellen.

Zunächst wurde untersucht, welchen Einfluß eine Erhöhung der CO_2-Konzentration der Luft auf Käfer hat, die gerade aus der Kältestarre erwacht waren, aber auf Grund der niedrigen Temperaturen noch keine

Gehbewegungen ausführen konnten. Wie aus dem Abschnitt „Temperaturabhängigkeit" hervorgeht, ist dies bei *M. aeneus* und *M. coracinus* bei Temperaturen kurz unter 8° C (etwa bei 6° C) und bei den übrigen Arten etwa bei 8°–9° C der Fall. Von den einzelnen Arten wurden je 20 Tiere in Glaszuchtgefäße (Höhe 3 cm, ∅ 7,5 cm, Drahtgazeverschluß) ohne Erde in temperaturkonstante Räume bei entsprechenden Temperaturen gebracht. Die Durchführung des Versuchs erfolgte mit einer Wiederholung. Nach vier Stunden (Temperaturausgleich!) wurde in jedes Gefäß je 1 ccm Kohlendioxyd eingeleitet. Die CO_2-Erzeugung erfolgte im Kipp'schen Apparat, die Reinigung durch zwei Waschflaschen mit destilliertem Wasser. Die Käfer, die bis dahin nur langsame Bein- und Fühlerbewegungen zeigten, begannen erregt in den Gefäßen trotz der niedrigen Temperatur herumzulaufen und nach einem Ausgang zu suchen. Dieser Zustand hielt etwa drei Stunden an. Dann wurden ihre Bewegungen wieder träger. Offenbar war die CO_2-Konzentration durch Diffusion des Gases in die Außenluft geringer geworden. Eine schädigende Wirkung hatte diese Gaskonzentration nicht gezeigt, da die Tiere noch nach 10 Tagen voll lebensfähig waren.

Wurde bei gleichen Temperaturen in die Zuchtgefäße die doppelte CO_2-Menge (2 ccm) gegeben, so zeigten die Tiere zwar im ersten Moment ebenfalls starke Erregung, die aber sehr schnell abnahm, bis die Tiere in einen Betäubungszustand verfielen. Dieser hielt etwa drei bis vier Stunden an. Für jeden Versuch wurden stets andere Käferexemplare verwandt, um evtl. Beeinflussung durch vorangegangene Einwirkung zu vermeiden.

Bei höheren Temperaturen zeigten die einzelnen Arten bei Erhöhung der CO_2-Konzentration ebenfalls starke Erregung). Sie versuchten, möglichst schnell aus dem Bereich des Gases zu entweichen. Zufuhr von 2—3 ccm Gas wirkte betäubend auf die Tiere.

Zur Feststellung der Reaktion der Käfer durch Erhöhung des CO_2-Gehaltes im Boden wurden folgende Versuche durchgeführt:

Die Batteriegläser, die einen Drahtgazeeinsatz enthielten (Abb. 4) wurde Erde aus Töpfen mit überwinterten Käfern getrennt nach Arten etwa 10 cm hoch eingefüllt. Diese Gefäße wurden zur Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit (28%) luftdicht verschlossen und in temperaturkonstante Räume bei 4°–6° C, 8° C, 10°–11° C und 15° C gebracht. Mit Hilfe von Bodenthermometern (2 cm, 5 cm und 10 cm Tiefe) konnte festgestellt werden, daß der Temperaturausgleich zwischen Boden und Außenluft nach etwa 2 Std. erreicht

Abb. 4.
Drahtgaze-Einsatz für Batteriegläser. (CO_2-Versuche)

war. Nunmehr wurde Kohlendioxyd in verschiedenen Mengen durch das Glasrohr eingeleitet. Der Drahtgazeeinsatz sollte bewirken, daß sich das Gas ungehindert und gleichmäßig nach allen Seiten im Gefäß verteilen konnte. Bei Einleiten von 4 ccm CO_2 waren bei den Temperaturstufen 10°–11° C und 15° C nach einer Stunde etwa 50% mehr Käfer (aller Arten) geschlüpft als in den Kontrollgefäßen (ohne CO_2-Zufuhr). In den niedrigen Temperaturstufen zeigten sich noch keine Käfer nach dieser Zeit. Bei Verdoppelung der Gasmenge schlüpften bei 8° C nach einer Stunde etwa 40–50% mehr *M. aeneus* als in den Kontrollen. Von *M. viridescens* waren nach dieser Zeit 30%, von *M. coracinus* 65% und von *M. picipes* 30% geschlüpft. Bei 4 –6 C veranlaßte auch eine Erhöhung der Gasmenge die Käfer nicht zum Verlassen des Bodens.

Aus diesen Versuchen ist zu ersehen, daß bei Temperaturen, bei denen das Verlassen des Bodens gerade beginnt, eine Erhöhung des CO_2-Gehaltes der Bodenluft das Schlüpfen der verschiedenen *Meligethes*-Arten beschleunigt. Dies trifft auch für höhere Temperaturen zu. Bei tieferen Temperaturen erwies sich eine Kohlendioxyd-Zufuhr in dieser Hinsicht als wirkungslos. Damit ist erwiesen, daß die Erhöhung des CO_2-Gehaltes im Boden im Laufe des Frühjahres (vgl. auch Kapitel „Freilandbeobachtungen") nicht primär das Verlassen der Winterquartiere von *Meligethes* bewirkt, sondern nur in Verbindung mit Bodentemperatur, Bodenfeuchtigkeit und physiologischem Zustand der Käfer eine beschleunigende Wirkung ausübt.

2. FREILANDBEOBACHTUNGEN

Zur Klärung der Verhältnisse, unter denen die einzelnen *Meligethes*-Arten die Winterquartiere verlassen, wurden neben den Laborversuchen auch Freilandbeobachtungen durchgeführt. Dabei wurde folgendermaßen vorgegangen:

a) Methodik

Die Beobachtungen wurden im Frühjahr 1953 und 1954 an zwei Winterquartieren (Aschersleben und Zellewitz bei Könnern) durchgeführt. Da hierzu eingehende mikroklimatische Messungen erforderlich waren und sich das Aufstellen von Meßinstrumenten vor allem in Aschersleben als undurchführbar erwies, wurde im Versuchsgarten des Instituts ein künstliches Winterquartier angelegt. Hierzu wurde der Boden im November am ursprünglichen Winterquartier auf einer Fläche von etwa 3 qm in einer Tiefe von 0–5 cm und 5–10 cm getrennt abgetragen und im Institutsgarten an einer dicht mit Gebüsch bestandenen Fläche in der gleichen Tiefenlage wieder aufgebracht. Der Boden wurde dann den natürlichen Verhältnissen entsprechend mit Laub und Efeuranken abgedeckt. Zur Beobachtung der Abwanderung der Käfer empfiehlt H.-J. MÜLLER (1941) das Aufstellen von Gaze-Hauben über bekannten Winterquartieren. In ähnlicher Weise stellte ich am künstlichen Winterquartier Aschersleben und am Winterquartier in Zellewitz Gazekästen auf, die einen abnehmbaren Deckel besaßen. Sie bedeckten eine Bodenfläche von ¼ qm. Daneben wurden an beiden Winterquartieren und am künstlichen Quartier Blumentöpfe in der im Abschnitt II 1 a angegebenen Weise eingegraben, die je 20 Exemplare einer der vier Arten enthielten (für jede Art 2 Töpfe). Diese Töpfe wurden mit Stoffgaze verschlossen. Die Gazekästen sowie die Blumentöpfe wurden im Frühjahr, sobald es die Witterung erlaubte, täglich auf *Meligethes* kontrolliert. Für die

mikroklimatischen Untersuchungen wurden am Winterquartier von Anfang März an folgende Messungen durchgeführt:

1. tägliche Messungen der Bodentemperatur in 2, 5 und 10 cm Tiefe zu drei verschiedenen Zeiten (7, 14 und 19 Uhr).
2. Messungen des Temperaturmaximums und -minimums in 5 cm Höhe über dem Erdboden.
3. Messungen der relativen Luftfeuchtigkeit in 5 cm Höhe über dem Erdboden dreimal täglich (s. o.).
4. Bestimmung des CO_2-Gehaltes im Boden. Diese erfolgte in dreitägigen Abständen in 2 und 5 cm Tiefe. Hierzu wurde eine für den vorliegenden Zweck abgewandelte Methode nach STOKLASA (1924) angewandt. Während dieser Verfasser die in einer bestimmten Zeit durch Mikroorganismen erzeugte Kohlendioxydmenge ermitteln wollte, kam es mir lediglich auf die zur Zeit der Bestimmung im Boden vorhandene Gasmenge an. Methodisch liegt folgendes Prinzip zugrunde: Eine bestimmte Menge Luft, die vorher durch konzentrierte KOH und H_2SO_4 gereinigt wurde, wird in einer bestimmten Zeit durch eine genau abgemessene Menge Erde hindurchgedrückt. Nach einer nochmaligen Reinigung in konzentrierter H_2SO_4 und anschließender Trocknung in $CaCl_2$ wird das nunmehr in der Luft vorhandene CO_2, welches aus dem Erdboden stammen muß, mit Hilfe eines Kohlensäurebestimmungsapparates (System GEISSLER) in 10%iger KOH absorbiert und kann jetzt mengenmäßig durch Wägung bestimmt werden. Im vorliegenden Falle wurde mit 1,5 Ltr. Luft/Std. gearbeitet. Dauer der Lufteinwirkung auf den Boden: 1 Stunde. Bodentemperatur während des Versuchs: durchschnittlich 18–20° C. Da bei der Entnahme des Bodens am Winterquartier sich ein Gasverlust niemals vermeiden läßt und während der Bestimmung durch Mikroorganismen geringe CO_2-Mengen erzeugt werden, kann es sich bei den hierbei erzielten Ergebnissen nicht um Absolutwerte handeln. Da jedoch bei jeder Untersuchung stets in der gleichen Weise verfahren wurde, kann mit einem stets gleichen Fehler gerechnet werden, so daß die ermittelten Gewichtsmengen als relative Größe betrachtet werden können.

   Die CO_2-Bestimmungen erfolgten aus technischen Gründen nur in Aschersleben.

   Daneben wurde in dreitägigen Abständen die Bodenfeuchtigkeit in 2 und 5 cm Tiefe ermittelt und der pH-Wert des Bodens gemessen (elektrometrisch in H_2O).

b) Witterungsverlauf im Frühjahr 1953 und 1954

Zur Charakterisierung des Witterungsverlaufes in den Frühjahrsmonaten 1953 und 1954 wurden die Witterungsdaten der Agrarmeteorologischen Forschungsstation Aschersleben zugrunde gelegt. Für die freundliche Überlassung der Unterlagen möchte ich auch an dieser Stelle nochmals danken.

aa) Das Frühjahr 1953 (vgl. auch Abb. 16)

Nach einem schneereichen Winter und einer etwa 10 Tage anhaltenden Kälteperiode zu Beginn des Monats Februar setzte am 21. dieses Monats Tauwetter ein. Die Niederschläge ließen nach und die Schneedecke verschwand in wenigen Tagen. Die milde, trockene Witterung hielt

auch noch während des März an, wenn auch in dieser Zeit ständig geringe Nachtfröste zu verzeichnen waren. Bodenfrost konnte nur noch vereinzelt festgestellt werden. Das Wetter im April brachte keine Änderung gegenüber dem Vormonat, dagegen war die erste Maihälfte ungewöhnlich kalt. Am 9. und 10. 5. fiel Schnee. In der Mitte des Monats trat dann Wetterbesserung ein, die mit einem starken Temperaturanstieg verbunden war. Die Niederschläge in dieser Zeit waren nur gering.

bb) Das Frühjahr 1954 (vgl. auch Abb. 17)

Im Gegensatz zum Vorjahr herrschte während der Monate Februar und März noch ausgesprochenes Winterwetter. Der Boden war in seinen oberen Schichten fast ständig gefroren, Niederschläge fielen nur ganz wenige. Im Gegensatz zu diesen beiden trockenen Monaten war der April trübe und feucht, die Frostperiode hatte nachgelassen, aber die Witterung war immer noch als kühl zu bezeichnen. Auch der Mai brachte keine Wetterbesserung. Temperaturen über 20° C konnten nur an wenigen Tagen des Monats gemessen werden. Erst im Juni waren wenige Tage anhaltende Schönwetterperioden zu verzeichnen, die jedoch von kühlen Tagen unterbrochen wurden.

c) Die mikroklimatischen Bedingungen beim Verlassen der Winterquartiere

H.-J. MÜLLER (1941) hat über das Verlassen der Winterlager von *Meligethes* sehr eingehende Beobachtungen gemacht. Da ich bei meinen Untersuchungen in den Frühjahren 1953 und 1954 die gleichen Feststellungen machen konnte, soll in bezug auf das Verhalten der Käfer beim Verlassen des Bodens auf diese Arbeit verwiesen werden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde vor allem auf die Klärung der mikroklimatischen Bedingungen hierbei sowie auf evtl. bestehende Artunterschiede Wert gelegt.

aa) Abhängigkeit von der Bodentemperatur

Als Bezugsgröße für die Untersuchungen wurden nicht die täglichen mittleren Bodentemperaturen zugrunde gelegt, sondern die um 14 Uhr gemessenen. Um diese Zeit erreichen normalerweise die Bodentemperaturen in den oberen Bodenschichten (2 bis 5 cm Tiefe) ihren Höchstwert. Wie aus Abb. 5 hervorgeht, erschienen im Frühjahr 1953 die ersten Exemplare von *M. aeneus* im künstlichen Winterquartier (Gazekasten) am 11. 3. Die mittlere Bodentemperatur (2 cm Tiefe) betrug an diesem Tag 4,4° C. In den Laborversuchen über die Reaktion der *Meligethes* auf niedrige Temperaturen konnte jedoch festgestellt werden, daß bei dieser Temperatur *M. aeneus* noch keine Gehbewegungen durchführen kann, also ein Verlassen des Bodens noch nicht möglich ist. Ver-

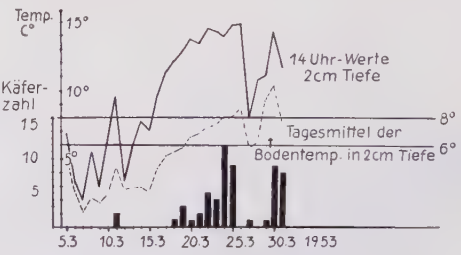


Abb. 5. *M. aeneus*. Verlassen der Winterquartiere im Frühjahr 1953 in Abhängigkeit von der mittleren (gestrichelte Linie) und der um 14 Uhr gemessenen Temperatur (ausgezogene Linie) in 2 cm Tiefe

gleicht man dagegen das Erscheinen der Käfer mit der um 14 Uhr in 2 cm Tiefe gemessenen Temperatur, die an diesem Tage 9,6° C betrug, so kann hierin kein Widerspruch mehr zu den Laborbefunden gesehen werden. Das gleiche gilt auch für die Zeit vom 18.–20. 4. 53. Das starke Käferauftreten am 24. und 25. 4., als die Werte für die mittleren Bodentemperaturen nur bei 8° C lagen, die 14-Uhr-Temperaturen jedoch 14° C überschritten, spricht dafür, als effektive Temperaturen bei den Freilandbeobachtungen über das Verlassen der *Meligethes*-Winterquartiere die 14-Uhr-Werte zugrunde zu legen. Aus arbeitstechnischen Gründen war es nur am künstlichen Winterquartier im Institutsgarten möglich, lückenlose mikroklimatische Messungen durchzuführen. Den folgenden Ausführungen werden daher im wesentlichen die hier gemachten Beobachtungen zugrunde gelegt. Die Untersuchungen in Zellewitz und am Winterquartier „Einetal" (Aschersleben), bei denen tägliche Messungen nicht erfolgen konnten, sollen deswegen nur zu Vergleichen herangezogen werden.

Im Frühjahr 1953 wurden folgende Beobachtungen gemacht: Am 11. 3. stiegen die Bodentemperaturen in den oberen Bodenschichten erstmalig auf über 8° C an. An diesem Tage wurden die ersten beiden *M. aeneus* im Gazekasten am künstlichen Winterquartier und ein *M. aeneus* in den ausgestellten Töpfen gefunden (Abb. 6). Nach einigen

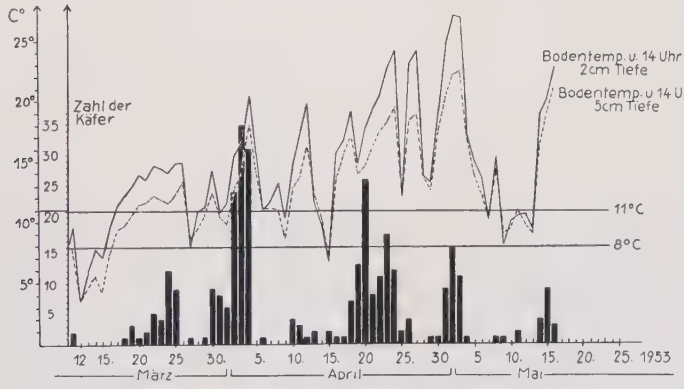


Abb. 6. *M. aeneus*. Verlassen des Winterlagers in Abhängigkeit von der Bodentemperatur. Frühjahr 1953

kühleren Tagen folgte dann ab 15. 3. eine Schönwetterperiode mit Bodentemperaturen bis zu 15° C. In dieser Zeit verließ auch eine größere Menge *M. aeneus* den Boden. Durch einen Kälteeinbruch am 27. 3. ließ der Käfernachschub aus der Erde etwas nach, in den folgenden Tagen jedoch, die eine Wetterbesserung brachten, konnte diese Art massenhaft an der Bodenoberfläche beobachtet werden. Diese Zeit kann als Beginn der Hauptabwanderungsperiode bezeichnet werden. Die Bodentemperaturen betrugen in diesen Tagen weit über 11° C. In den Laborversuchen wurden als Temperaturen für das Erscheinen der Hauptmasse 10°–11° C festgestellt. Vom 20. 4. an ging die Zahl der täglich erscheinenden *M. aeneus* ständig zurück. Am 16. 5. verließ der letzte Vertreter dieser Art den Boden. In Zellewitz war die Auswanderung von *M. aeneus* aus den Winterquartieren bereits am 11. 5. be-

endet. Auch hier erschien die Hauptmasse in den warmen Tagen vom 30. 3. bis zum 25. 4.

Wie aus Abb. 7 hervorgeht, ist mit dem Erscheinen von *M. coracinus* und *M. picipes* zu rechnen, wenn die Bodentemperaturen in den Mittagsstunden 12° C übersteigen. Im Frühjahr 1953 verließen die ersten Exemplare dieser beiden Arten in der Zeit vom 20.–25. 3. den Boden. Der größte Teil von *M. picipes* räumte das Winterlager in den warmen Tagen Ende April bis Anfang Mai. Die Abwanderung von *M. coracinus* zog sich fast gleichmäßig über den Monat April bis Mitte Mai hin.

Als letzte der vier hier besprochenen *Meligethes*-Arten erscheint *M. viridescens*. Sie benötigt verhältnismäßig hohe Temperaturen beim Verlassen des Bodens. Ähnliche Feststellungen konnten schon während der Laborversuche gemacht werden. Abb. 7 zeigt, daß diese Art erst bei Erwärmung des Bodens auf über 20° C zum Abwandern aus dem Winterlager veranlaßt wird. Die ersten Exemplare erschienen gegen Ende April, die größte Anzahl konnte jedoch erst ab Mitte Mai beobachtet werden.

Der Verlauf der Abwanderung der einzelnen *Meligethes*-Arten aus den Winterlagern Zellewitz und Aschersleben „Einetal" bestätigt die am künstlichen Winterquartier gemachten Feststellungen. Eine Wiederholung dieser Untersuchungen im Frühjahr 1954 erbrachte völlig übereinstimmende Ergebnisse. Im Gegensatz zu 1953 war dieses Frühjahr sehr kühl und feucht. Am 23. März, als die Temperaturen für kurze Zeit auf über 8° C anstiegen, erschienen einige *M. aeneus*. In den nächsten 4 Wochen jedoch war das Wetter sehr unbeständig und kühl, so daß der größte Teil der Käfer während dieser Zeit im Boden zurückgehalten wurde. An den wenigen warmen Tagen kamen nur vereinzelt *Meligethes* an die Oberfläche. Als dann gegen Ende April die Bodentemperaturen auf über 15° C anstiegen, verließ *M. aeneus* in großen Mengen den Boden. Auch *M. coracinus* und *M. picipes* waren bereits vertreten. Am 15. 5. hatte der letzte *M. aeneus* das Winterquartier geräumt. Die Hauptmasse von *M. coracinus* und *M. picipes* erschien um diese Zeit. *M. viridescens* wurde wie im Vorjahr erst beobachtet, als die Bodentemperaturen auf über 20° C angestiegen waren. Diese Art war die letzte, die das Winterquartier verließ. Bis in den Juni hinein konnte sie in den Gazekästen beobachtet werden.

Zu dem vorliegenden Abschnitt läßt sich zusammenfassend sagen: Für das Verlassen der Winterquartiere ist die Bodentemperatur bei allen hier untersuchten *Meligethes*-Arten von ausschlaggebender Bedeutung. *M. aeneus* erscheint, sobald die Bodentemperatur auf über 8° C ansteigt. Für *M. coracinus* und *M. picipes* konnte als Mindesttemperatur hierfür 11°–12° C festgestellt werden. *M. viridescens* stellt von allen Arten die höchsten Wärmeansprüche beim Verlassen des Bodens. Mit seinem Erscheinen ist erst zu rechnen, wenn die Bodentemperaturen auf über 20° C angestiegen sind.

bb) Abhängigkeit von der Bodenfeuchtigkeit

Ein Einfluß der Bodenfeuchtigkeit auf das Verlassen der Winterquartiere konnte im Frühjahr 1953 und 1954 nur für *M. viridescens* beobachtet werden. Nach den Ergebnissen der Laborversuche wird das Ab-

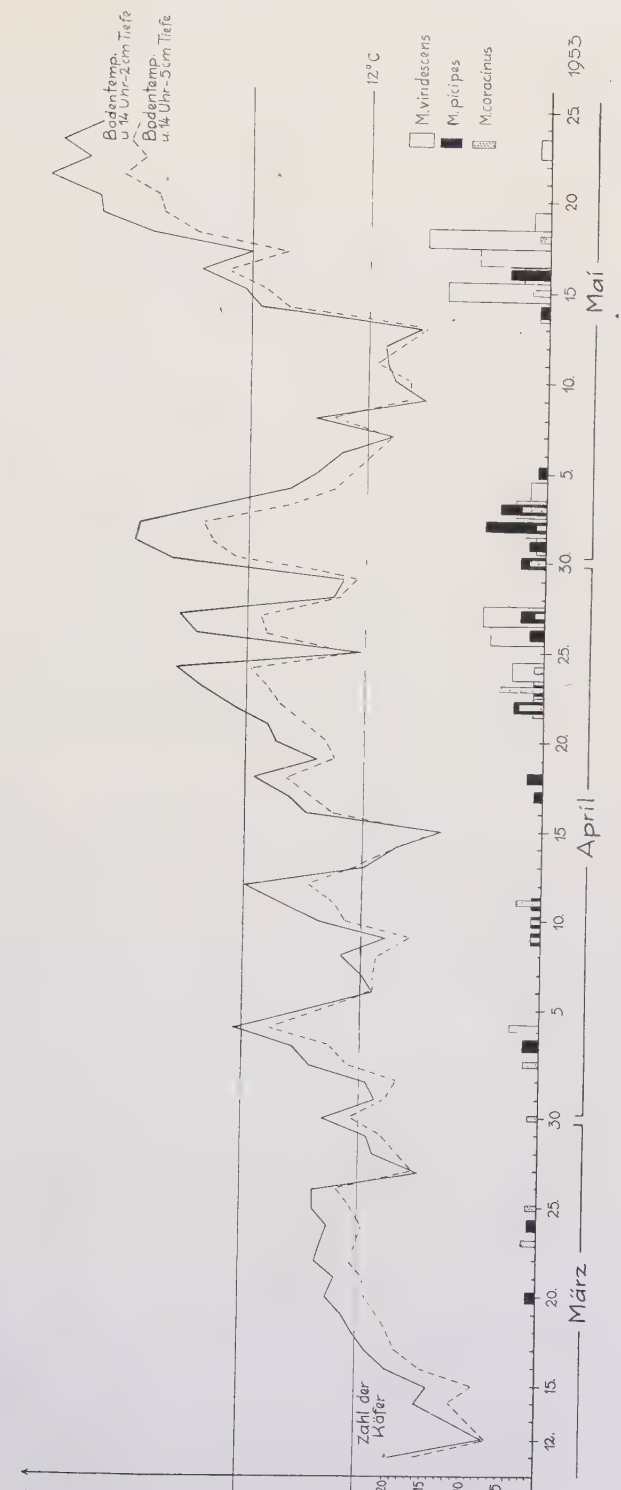


Abb. 7. *M. viridescens*, *M. coraeinus* und *M. picipes*. Verlassen des Winterlagers in Abhängigkeit von der Bodentemperatur. Frühjahr 1953

wandern aus dem Boden von *M. aeneus*, *M. coracinus* und *M. picipes* erst bei einer Feuchtigkeit von über 35 % verhindert, in beiden Jahren wurden jedoch niemals Werte über 30 % gemessen. Es konnte deshalb eine deutliche Beeinflussung dieser drei Arten mit den von mir verwandten Untersuchungsmethoden nicht festgestellt werden. *M. viridescens* dagegen verläßt den Boden erst bei einem Feuchtigkeitsgehalt von etwa 18–20 %. Wie die Darstellung auf Abb. 8 zeigt, stiegen die Bodentemperaturen im Frühjahr 1954 am 10. 5. erstmalig auf über 20° C. Bei dieser Temperatur mußte auf Grund der Laborbefunde und der Beobachtungen im Vorjahr mit dem Erscheinen dieser Art gerechnet werden. Es konnten jedoch erst am 14. 5. drei Exemplare in den Gazekästen gefunden werden. In den folgenden drei Tagen, an denen die Bodentemperaturen ebenfalls noch über 20° C lagen, verließen keine weiteren *M. viridescens* den Boden. Die Hauptauswanderungszeit begann erst am 23. 5. Vergleicht man diese Befunde mit den Meßergebnissen der Bodenfeuchtigkeitsbestimmungen, so zeigt es sich, daß in der Zeit vom 10.–17. 5 der Boden am Winterquartier eine Feuchtigkeit von durchschnittlich 26–28 % aufwies, wodurch das Erscheinen der Käfer verhindert wurde. Bis zum 21. 5. war dann der Boden soweit abgetrocknet (etwa 20 % Feuchtigkeit in 2 cm Tiefe), daß bei Einsetzen von wärmerem Wetter am 23. 5. diese Art in größeren Mengen aus dem Winterlager abwandern konnte.

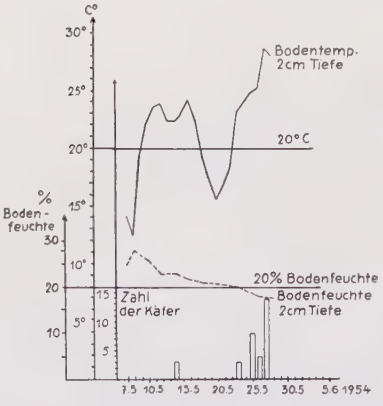


Abb. 8. Verlassen des Winterlagers von *M. viridescens* im Frühjahr 1954 in Abhängigkeit von der Bodentemperatur und der Bodenfeuchtigkeit

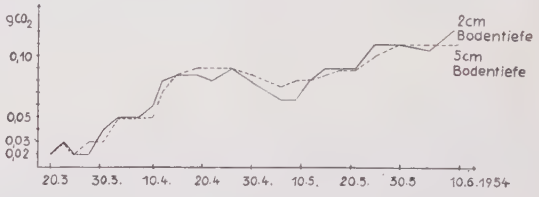


Abb. 9.
Ergebnisse der CO_2-Bestimmungen im Boden im Frühjahr 1954. Künstliches Winterquartier Aschersleben

cc) Abhängigkeit vom CO_2-Gehalt des Bodens

In den vorausgegangenen Laborversuchen konnte festgestellt werden, daß durch Erhöhung des CO_2-Gehaltes der Bodenluft das Abwandern der *Meligethes*-Arten aus den Winterlagern beschleunigt wird. Bei der Nachprüfung dieser Verhältnisse unter Freilandbedingungen wurde nach der angegebenen Untersuchungsmethodik (vgl. Abschnitt II. 2 a) verfahren. Die hierbei gewonnenen Werte für den Gehalt der Bodenluft an Kohlendioxyd stellen jedoch nur Annäherungswerte dar. Die Ergebnisse dieser Bestimmungen sind in Abb. 9 dargestellt. Sie zeigen, daß der CO_2-Gehalt der Bodenluft im Laufe des Frühjahres ständig ansteigt. Auf Grund der Laborbefunde und der Freilanduntersuchungen kann daher gesagt werden, daß auch dem Kohlendioxydgehalt der Bodenluft beim Verlassen der Winterlager durch die *Meligethes*-Arten

eine gewisse Bedeutung zukommt. Dieser Faktor kommt besonders an Tagen, an denen die Bodentemperaturen unter die Mindesttemperatur, die zum Verlassen des Bodens erforderlich ist, absinken, zur Auswirkung. Wie aus der Darstellung in Abb. 6 ersichtlich ist, betrug am 15. 4. 1953 die Temperatur in 2 cm Tiefe nur 6,6° C. Dennoch verließen einige *M. aeneus* den Boden, obwohl als Mindesttemperatur für die Räumung des Winterlagers für diese Art im Labor und im Freiland 8° C ermittelt werden konnten.

dd) Abhängigkeit vom pH-Wert

Laufende Messungen im Frühjahr 1954 ergaben, daß sich der pH-Wert des Bodens in 2 und 5 cm Tiefe während der Monate März bis Juni nicht verändert. Es kann also keine Beeinflussung der im Winterlager befindlichen Käfer vorliegen.

ee) Tagesgang beim Verlassen der Winterlager

Da das Verlassen der Winterlager u. a. von der Höhe der Bodentemperatur bestimmt wird, erscheinen die Käfer auch im Laufe des Tages in einem bestimmten Rhythmus. Die Bodentemperaturen erreichen während der Mittagsstunden in der Regel ihren Tageshöchstwert.

Wie entsprechende Untersuchungen hierzu ergaben, verläßt die Hauptmasse der Käfer den Boden in der Zeit von 10 bis 17 Uhr. In der Abb. 10 ist die Gesamtzahl der Exemplare von *M. aeneus,* die vom 30. 3. bis 4. 4. 1953 am künstlichen Winterquartier Aschersleben abwanderten, in Abhängigkeit von der Tageszeit dargestellt. An diesen Tagen wurden die unter dem Gazekasten aus dem Boden kommenden *Meligethes* fünfmal täglich abgesammelt. Dabei konnte vor allem in den Mittagsstunden ein Ansteigen der Käferzahl festgestellt werden.

Männchen und Weibchen zeigten bei allen hier untersuchten Arten keine zeitlichen Unterschiede beim Verlassen des Bodens. Sowohl 1953 als auch 1954 betrug das Geschlechterverhältnis während der Räumung der Winterlager zu jeder Zeit durchschnittlich 50% : 50%.

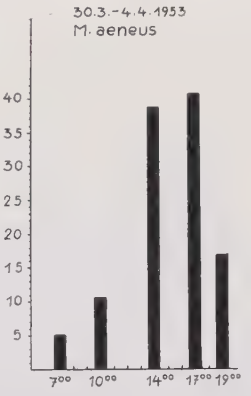


Abb. 10. Abhängigkeit des Verlassens der Winterquartiere von der Tageszeit

III. Die Zuwanderung zu den Rapsbeständen

Die Zuwanderung der *Meligethes*-Käfer zu den Raps- und Rübsenbeständen ist von H.-J. Müller (1941) sehr eingehend beobachtet worden. Nach seinen Feststellungen sind die Männchen beim Verlassen des Bodens bereits geschlechtsreif, die Weibchen besitzen zu dieser Zeit noch völlig unentwickelte Gonaden. Sobald die Temperaturen der bodennahen Luftschicht 12° C erreicht haben, gehen die Käfer zu kurzen Flügen in die nähere Umgebung der Winterlager über. Dabei suchen sie im zeitigen Frühjahr blühende Pflanzen zum Nektar- und Pollenfraß auf. Die Weibchen führen hier ihren Reifefraß durch. Bei Ansteigen der Temperaturen erfolgt bei 15° C der Zuflug zu den Raps- und Rübsenbeständen. Die Weibchen erscheinen erst nach beendetem Reifefraß mit fast ablagereifen Eiern. Nach Beobachtungen des genannten Verfassers ist die Zuwanderung bei anhaltend warmem Frühlingswetter innerhalb von etwa 8 Tagen beendet, bei wechselhaftem und kühlem Wetter kann sie sich über mehrere Wochen hinziehen.

Da H.-J. MÜLLER (1941) bei seinen Beobachtungen keine Differenzierung nach Arten vornimmt, war es im Rahmen der vorliegenden Arbeit erforderlich, das Verhalten von *M. aeneus, M. viridescens, M. coracinus* und *M. picipes* nach dem Verlassen der Winterquartiere und bei der Zuwanderung zu den Ölfruchtschlägen näher zu untersuchen. Derartige Beobachtungen können, wie auch von H.-J. MÜLLER (1941) festgestellt wird, nur dann brauchbare Ergebnisse liefern, wenn in möglichst geringen Zeitabständen zahlreiche Käferfänge durchgeführt werden. Für die vorliegenden Untersuchungen wurde in folgender Weise vorgegangen:

1. KONTROLLE DER BESIEDELUNG DER FRÜHLINGSBLUMEN

In den Frühjahrsmonaten 1952–1954 wurde, sobald es die Witterung erlaubte, in Aschersleben und in Zellewitz die gesamte Flur in einem Umkreis von etwa 1–2 km um die Winterquartiere im Abstand von 3–5 Tagen auf das Vorhandensein von Frühlingsblüten kontrolliert. Es wurde versucht, Beginn und Ende der Blüte der betreffenden Pflanzen möglichst genau festzustellen. Daneben wurden von jeder Pflanzenart etwa 20–40 Blütenstände auf *Meligethes*-Befall untersucht und Zahl und Artzugehörigkeit der gefundenen Käfer bestimmt. Die Käfer wurden in „Carnoy" fixiert. Durch Präparation wurden Geschlechtszugehörigkeit und Reifegrad ermittelt.

2. KONTROLLE DER ZUWANDERUNG ZU DEN RAPS- UND RÜBSENBESTÄNDEN

Leimtafelfänge erwiesen sich für die Beobachtungen, wie auch H.-J. MÜLLER (1941) feststellen konnte, als ungeeignet. Ich verwandte Glastafeln, die dünn mit Raupenleim bestrichen waren und in 0–50 cm und 1 m Höhe nach vier verschiedenen Richtungen in den Rapsbeständen aufgestellt wurden. Solange sich die Pflanzen im Knospenstadium befanden, fingen sich nur ganz vereinzelt einige *Meligethes*, obwohl der Raps bereits stark befallen war. Erst zur Zeit der Vollblüte wurden in größerer Zahl Käfer an den Tafeln beobachtet. H.-J. MÜLLER (1941) führt dies auf das starke Herumschwärmen der Käfer in dieser Zeit zurück.

Als sehr gut geeignet erwies sich das von H.-J. MÜLLER (1941) beschriebene Abklopfen der Pflanzen. Bei meinen Untersuchungen klopfte ich, sobald es das Wetter im Frühjahr erlaubte, an neun gleichmäßig über das Feld verteilten Stellen je 10 befallene Pflanzen in dreitägigen Abständen in untergehaltene Gefäße mit Alkohol ab. Solange die Knospenstände noch von Laubblättern umhüllt waren, wurden die Knospen sorgfältig freigelegt und die daran befindlichen Käfer abgelesen. Die Probeentnahme erfolgte nicht immer an der gleichen Stelle, sondern es wurden jeweils andere Pflanzen ausgewählt. H.-J. MÜLLER (1941) ließ bei seinen Untersuchungen die gefangenen Käfer nach der Zählung wieder frei, um die Befallszahl nicht zu beeinflussen. Dies war mir nicht möglich, da bei einem so umfangreichen Käfermaterial die Bestimmung der Artzugehörigkeit nur bei totem Material möglich ist. Die Felder, auf denen die Untersuchungen durchgeführt wurden, hatten in Aschersleben und in Zellewitz eine Größe von etwa 0,25 ha. H.-J. MÜLLER (1941) führte seine Untersuchungen auf Schlägen von 18 ha Größe durch. Hierbei stellte er fest, daß die Besatzstärkeschwankungen an den einzelnen Probestellen im Laufe der Zeit völlig regellos sind und die Zahl der gleichzeitig gefangenen Käfer in keiner Beziehung zueinander steht. Im Gegensatz hierzu ergaben sich bei meinen Untersuchungen sowohl

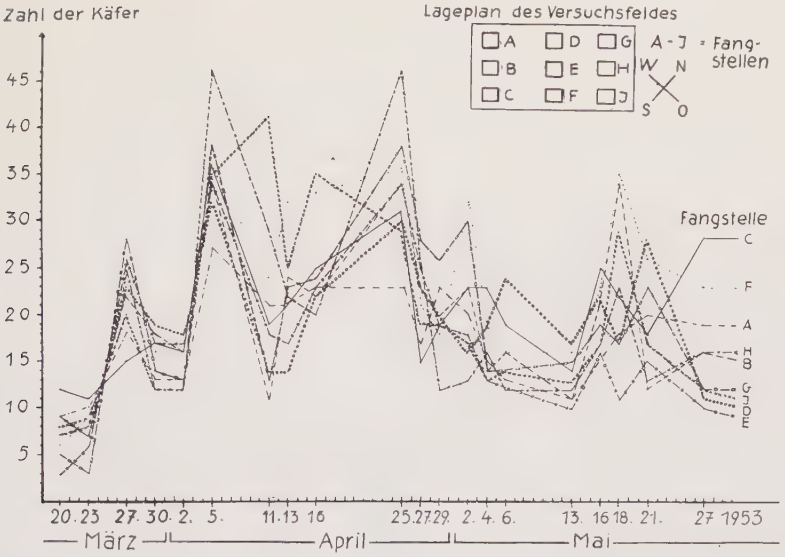


Abb. 11. Zahl der gefangenen Käfer an neun Probestellen auf dem Versuchsfeld Aschersleben im Laufe der Vegetationsperiode des Rapses 1953. Die Lage der Probestellen ist aus dem Lageplan ersichtlich

1953 als auch 1954 an beiden Versuchsorten sehr gute Übereinstimmungen im Käferbesatz der einzelnen Fangstellen. In Abb. 11 sind die Zahlen der 1953 in Aschersleben im Laufe der Vegetationsperiode des Rapses gefangenen Käfer an neun Probestellen dargestellt. Die Verteilung der Fangstellen auf dem Felde ist aus dem Lageplan Abb. 11 ersichtlich. Die einzelnen Kurven zeigen einen annähernd übereinstimmenden Verlauf, während sie bei H.-J. Müller (1941) regellose Überschneidungen aufweisen. Diesen scheinbaren Widerspruch führe ich auf die unterschiedliche Größe der Rapsfelder, auf denen die Beobachtungen gemacht wurden, zurück. Während auf kleinen Flächen an allen Stellen annähernd gleiche Umweltbedingungen vorliegen (Mikroklima, Pflanzenwuchs, Lage zur Zuwanderungsrichtung der Käfer), sind diese Verhältnisse auf Großflächen nicht mehr gegeben. Zur Feststellung derartiger Zusammenhänge müßte auf letzteren die Zahl der Käferfänge wesentlich erhöht werden, was auf erhebliche arbeitstechnische Schwierigkeiten stößt. Neben den Klopffängen wurden in Aschersleben auch Farbschalen nach Moericke (1951) zur Feststellung der Zuwanderung der *Meligethes*-Arten zu den Raps- und Rübsenbeständen verwandt. Moericke (1951) beobachtete, daß Blattläuse (Aphidoidea) durch bestimmte Farbtöne zum Landen veranlaßt werden. Besonders günstig wirkten hierbei die gelben Farbtöne. Bei meinen Untersuchungen benutzte ich die Farben Gelb, Weiß, Grün, Rot, Blau und Schwarz. Hierzu wurden die Innenseiten von Untersatzschalen der Mitscherlichgefäße mit der entsprechenden Farbe bestrichen und etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Der Durchmesser der Schalen betrug 24 cm (bei Moericke 22 cm). Um ein Entkommen der Käfer zu verhindern, wurde dem Wasser ein halber Teelöffel (etwa 2 ccm) des Netzmittels „Necal" der Bunawerke Schkopau zugesetzt. Von jeder Farbe wurden, sobald es die Witterung im Frühjahr zuließ, auf 0,25 ha drei Schalen gleichmäßig über das Feld verteilt aufgestellt. Die an-

geflogenen Käfer wurden täglich einmal (Spätnachmittag) abgesammelt und ihre Zahl und ihre Artzugehörigkeit bestimmt. Die Gelbschalen (Farbton 1,5 ra nach OSTWALD [1930]) wurden von allen *Meligethes*-Arten bevorzugt angeflogen. Ähnliche Beobachtungen machte auch WASMANN (1926). Diese Gelbbevorzugung konnte während der gesamten Vegetationsperiode des Rapses, sowohl 1953 als auch 1954, festgestellt werden. In Abb. 12 sind

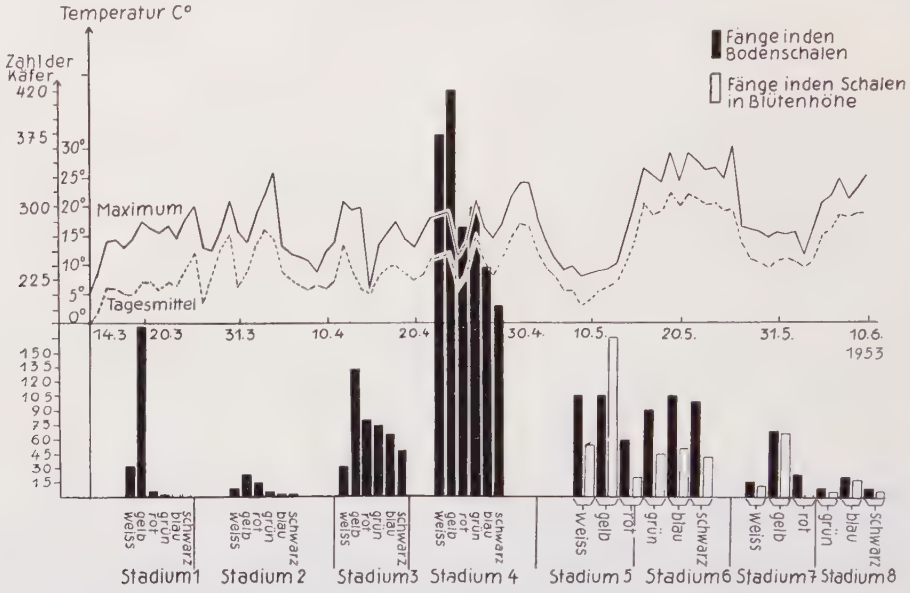


Abb. 12. *Meligethes*-Fänge aus den Farbschalen in Abhängigkeit vom Entwicklungszustand der Rapspflanzen und der Lufttemperatur. Frühjahr 1953

die *Meligethes*-Fänge aus den Farbschalen für das Jahr 1953 in Abhängigkeit vom Entwicklungszustand der Rapspflanze und der Lufttemperatur dargestellt. Hierbei wurden 9 verschiedene Entwicklungsstadien zugrunde gelegt:

Stadium 1: Vegetationsruhe. Rapspflanzen im Rosettenstadium, Vegetationspunkt von den Herzblättern dicht umschlossen.

Stadium 2: Beginn des Schossens. Das Längenwachstum des Stengels hat begonnen. Die Knospen sind noch von Laubblättern verdeckt.

Stadium 3: Knospenstadium. Pflanzen befinden sich noch im Längenwachstum, die Knospen liegen frei.

Stadium 4: Beginn der Blüte. An verschiedenen Stellen des Feldes einzelne Pflanzen mit geöffneten Blüten.

Stadium 5: Vollblüte. Pflanzen mit geöffneten Blüten. Knospen der Mitteltriebe zum größten Teil aufgeblüht.

Stadium 6: Ende der Vollblüte. Vereinzelte Pflanzen des Bestandes am Haupttrieb bereits völlig verblüht, daneben auch Pflanzen in Vollblüte.

Stadium 7: $>50\,\%$ der Pflanzen des Bestandes abgeblüht, die übrigen Pflanzen mit Blüten und Schoten am Haupttrieb.

Stadium 8: Ende der Blüte. Die Haupttriebe sämtlicher Pflanzen sind abgeblüht. An den Seitentrieben einzelne Blüten.

Stadium 9: Raps abgeblüht. Auch die Seitentriebe ohne Blüten. Am Rande des Bestandes vereinzelte Pflanzen mit einigen Blüten an Seitentrieben.

Vor Beginn des Schossens der Rapspflanzen wurden die gelben Schalen von den Käfern eindeutig bevorzugt. Auch die weißen Schalen zeigten eine gewisse Fängigkeit. Im Knospenstadium und bei Beginn der Blüte wurden in allen Farbschalen hohe Fangergebnisse erzielt, wenn auch die gelben Schalen noch immer eine gewisse Überlegenheit aufwiesen. Während bei Beginn der Vegetationsperiode sich nur aktiv anfliegende Käfer in den Schalen fingen, fällt bei Größerwerden des Rapsbestandes durch die Bewegungen der Pflanzen ein Teil der Käfer von diesen ab und gelangt passiv in die am Boden stehenden Schalen. Daraus erklären sich die hohen Fangergebnisse in allen Schalen in den Entwicklungsstadien 3 und 4. Daß die Gelbschalen in dieser Zeit eine höhere Käferzahl enthielten, ist auf den aktiven Anflug von Käfern zurückzuführen, die im Bestande herumschwärmen. Mit Hilfe von Leimtafeln, die in 0–50 cm Höhe zwischen den Rapspflanzen aufgestellt waren, konnte festgestellt werden, daß die *Meligethes* nicht nur in Höhe der Knospenstände, sondern auch im Inneren des Bestandes lebhaft herumfliegen. Von Beginn der Vollblüte an wurden neben den Bodenschalen auch Schalen in Blütenhöhe aufgestellt. Hier zeigte sich eine eindeutige Bevorzugung der Gelbschalen. Für die Bodenschalen konnte dagegen keine deutliche Anlockwirkung von bestimmten Farben festgestellt werden. Gegen Ende der Blüte erwiesen sich bei Bodenschalen als auch bei hochgestellten Schalen die gelben den anderen überlegen. Die Schalenkontrollen wurden bis zum Entwicklungsstadium 8 (Ende der Blüte) des Rapses durchgeführt.

Das erste *Meligethes*-Auftreten auf den Rapsbeständen sowie die Zuwanderung aus den Winterlagern ist sowohl mit Hilfe von Klopffängen als auch mit Gelbschalen nach Moericke (1951) sehr genau zu ermitteln. In Abb. 13 sind die Fangergebnisse beider Methoden für das Versuchsfeld

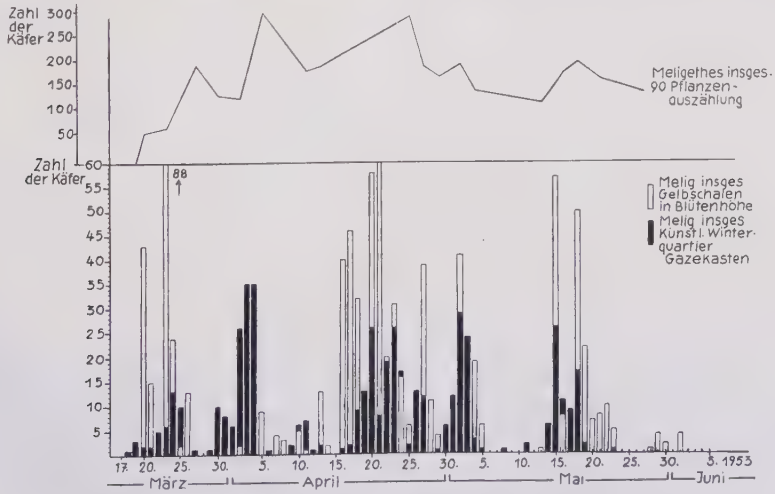


Abb. 13. Ergebnisse der Gelbschalenfänge und der Klopffänge auf Raps, Aschersleben 1953, im Vergleich zum Verlassen der Winterquartiere

Aschersleben im Jahre 1953 dargestellt. Sowohl für das Erstauftreten der Käfer als auch für ihre Zuwanderung ergeben sich hieraus sehr gute Übereinstimmungen. Für quantitative Untersuchungen, wie sie zur Feststellung der Zuwanderung der einzelnen *Meligethes*-Arten zu den Rapsbeständen erforderlich sind, eignen sich die Gelbschalen ebenfalls, sie vermitteln aber keine Übersicht über den mengenmäßigen Befall der Pflanzen. Für diesen Zweck ist die Klopffangmethode wesentlich besser geeignet, wenn die Zahl der Fänge der Bestandsgröße entsprechend genügend umfangreich ist. Da hierbei jedoch nur befallene Pflanzen abgeklopft werden, wurde ergänzend hierzu in den Jahren 1953 und 1954 in Aschersleben und in Zellewitz gleichzeitig mit den Klopffängen der Anteil der befallenen Pflanzen auf 100 Pflanzen in laufender Reihe (etwa in der Mitte des Bestandes) festgestellt.

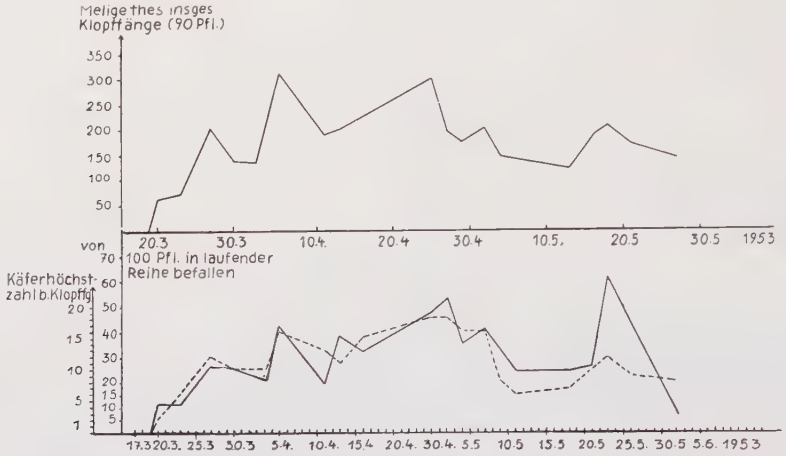


Abb. 14. Ergebnisse der Klopffänge, Aschersleben 1953, im Vergleich zu dem Anteil der befallenen Pflanzen von 100 Pflanzen in laufender Reihe (Auszählungen in der Mitte des Bestandes)

In Abb. 14 sind die Ergebnisse dieser Untersuchungen und diejenigen der Klopffänge für Aschersleben 1953 dargestellt. Die Kurven zeigen übereinstimmenden Verlauf. Daneben wurde die bei den Klopffängen festgestellte Käferhöchstzahl eingetragen. Auch hier ergeben sich ähnliche Schwankungen wie bei den Befallskurven. Sowohl 1953 als auch 1954 ergaben sich für Aschersleben und Zellewitz die gleichen Verhältnisse. Damit kann die Klopffangmethode für quantitative Untersuchungen über den *Meligethes*-Besatz auf Flächen der vorliegenden Größenordnung als brauchbar bezeichnet werden.

a) Die Zuwanderung der *Meligethes*-Arten im Frühjahr 1953

Wie bereits erwähnt, ist die Besiedelung der Frühlingsblüten und die Zuwanderung zu den Raps- und Rübsenbeständen nach den Beobachtungen von H.-J. MÜLLER (1941) weitgehend von der Lufttemperatur abhängig. Zu Vergleichszwecken legte ich, ebenso wie H.-J. MÜLLER (1941), die täglichen Temperaturmaxima zugrunde, da sich auch hier das Arbeiten mit Tagesmittelwerten als ungeeignet erwies. Nach Beobachtungen von H.-J. MÜLLER (1941) erfolgt die Zuwanderung zu den Rapsbeständen bei

Ansteigen der Lufttemperaturen auf über 15° C. Wie aus Abb. 15 zu ersehen ist, wurden die Gelbschalen auf dem Versuchsfeld in Aschersleben im Frühjahr 1953 erstmalig am 20. 3. beflogen. An diesem Tage stiegen auch die Maximaltemperaturen erstmals auf über 15° C. Die Temperaturmittelwerte lagen jedoch nur bei etwa 7° C, einer Temperatur, bei der günstigstenfalls erst das Verlassen des Bodens erfolgt. Da auch bei den Klopffängen die ersten *Meligethes* an diesem Tage erbeutet wurden, mußte die Zuwanderung hier erfolgt sein, so daß die Zugrundelegung der Temperaturmaxima für die vorliegenden Beobachtungen gerechtfertigt erscheint.

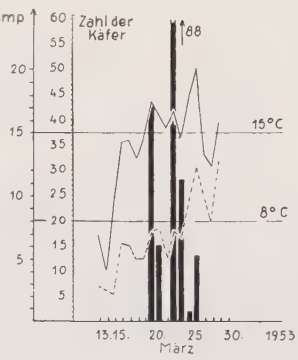


Abb. 15. Zuwanderung zu den Rapsbeständen (Gelbschalenfänge) in Abhängigkeit von den mittleren und den maximalen Werten der Lufttemperatur. Aschersleben 1953

Die ersten Exemplare von *M. aeneus* verließen am 11. 3. 1953 die Winterquartiere (siehe Abb. 6). Das Lufttemperaturmaximum betrug an diesem Tage 7,4° C. Die Tiere liefen träge auf den am Boden liegenden Pflanzenteilen herum. Flugversuche konnten nicht beobachtet werden. Von den Frühlingsblumen blühten *Stellaria media* Villars,

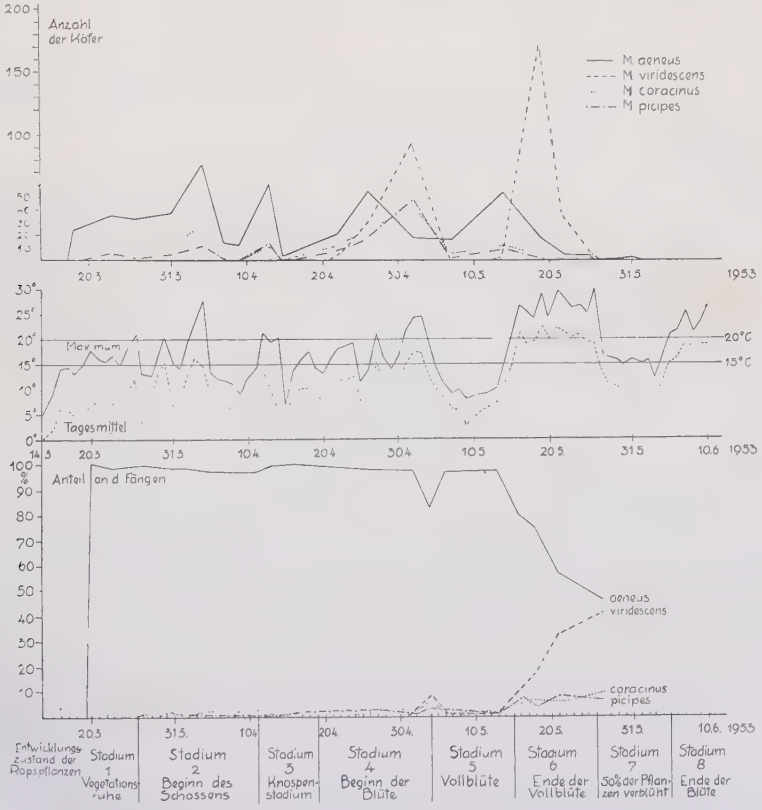


Abb. 16. Auftreten der verschiedenen *Meligethes*-Arten an Frühlingsblüten, (oben), und prozentualer Anteil der verschiedenen *Meligethes*-Arten an den Fängen auf den Rapsbeständen, Aschersleben 1953 (unten)

Galanthus nivalis L., *Veronica hederifolia* L. und *Bellis perennis* L. zu dieser Zeit, wiesen jedoch keinen Käferbesatz auf[2]. Die Nachttemperaturen (–0,2° C) trieben die Tiere wieder in den Boden zurück. (In Laborversuchen konnte festgestellt werden, daß *M. aeneus*, *M. coracinus* und *M. picipes*, nachdem sie den Boden verlassen haben, bei Absinken der Temperaturen auf + 4°–5° C und *M. viridescens* bei Temperaturen unter + 8° C sich wieder im Boden verkriechen.) Nach Einsetzen wärmeren Wetters erschienen am 18. 3. weitere *aeneus*-Exemplare, die bereits kurze Flüge in die Umgebung des Winterlagers durchführten. Wie aus Abb. 16 ersichtlich ist, lagen die Temperaturmaxima an diesem und am folgenden Tage über 12° C. Jetzt fand ich auch in den Blüten von *Lamium purpureum* L. in der Umgebung des Winterquartiers Käfer vor.

Bereits am 20. 3. stiegen die Temperaturen auf über 15° C. Am gleichen Tage konnten sowohl in den Gelbschalen als auch bei den Klopffängen auf dem Versuchsfeld die ersten *M. aeneus* gefangen werden (vgl. Abb. 13). Der Raps befand sich zu dieser Zeit noch in der Vegetationsruhe. Die folgenden Tage brachten weiteren Käfernachschub aus dem Winterlager, der nur durch einige kühlere Tage Ende März und Anfang April unterbrochen wurde. Da die Temperaturen fast ständig über 15° C lagen, hielt auch der Zuflug zu den Rapsflächen und die Besiedelung der Flühlingsblumen an. *M. coracinus* und *M. picipes* zeigten ähnliches Verhalten wie *M. aeneus*. *M. picipes* erschien am 20. 3. und *M. coracinus* am 23. 3. An diesem Tage wurden sie, da das Temperaturmaximum auf über 15° C lag, gleichzeitig auf den Rapsflächen und auf Frühlingsblüten gefunden. Nach meinen Beobachtungen fliegt *M. aeneus* in der Regel noch am Tage des Verlassens des Bodens auf die Rapsflächen über. Dies beweisen vor allem die hohen Käferzahlen bei den Klopffängen an Tagen mit starkem Käfernachschub aus dem Winterlager (Abb. 13). Von den Frühlingsblumen befanden sich die meisten noch im Knospenstadium, und der Befall der Blüten muß in Anbetracht der großen Käfermenge, die bereits aus dem Boden gekommen war, als gering bezeichnet werden (Abb. 13 und 16). Von *M. coracinus* und *M. picipes* zeigten einige Käfer ähnliches Verhalten wie *M. aeneus*, der größte Teil dieser Arten hält sich längere Zeit auf Frühlingsblüten am Winterquartier auf, ehe er zu Fernflügen übergeht. Dies geht aus ihrem hohen Anteil bei den Blütenfängen im Gegensatz zu den Klopffängen auf Raps hervor. Wie aus Abb. 16 zu ersehen ist, wandern sie erst bei Ansteigen der Lufttemperaturen auf über 20° C in größeren Mengen auf den Raps über. Dies konnte auch für *M. viridescens* beobachtet werden. Die ersten Vertreter dieser Art räumten am 22. 4. das Winterlager. Sie suchten sofort blühende Pflanzen in der Nähe auf (Abb. 16). Auf dem Rapsfeld erschienen sie allerdings erst am 2. 5., als das Temperaturmaximum die 20° C-Linie überschritten hatte. Zu dieser Zeit blühte der Raps bereits. Die Hauptmasse von *M. viridescens*, *M. coracinus* und *M. picipes* flog Mitte Mai auf die Rapsfelder über, nachdem die kühlen Tage vom 7. 5.–13. 5. die Zuwanderung unterbrochen hatten. Bis zum 25. 5. waren fast alle *Meligethes* in die Feldflur abgeflogen. Zu dieser Zeit fanden sich auf den Blüten am Winterquartier nur noch vereinzelt einige Käfer (Abb. 16). Bei Vergleich der Abbildungen 11 und 13 ist zu er-

[2] Auf eine Wiedergabe der Tabellen über den *Meligethes*-Befall an den Frühlingsblüten im Jahre 1953 und 1954 wird aus räumlichen Gründen verzichtet (vgl. hierzu FRITZSCHE 1954).

kennen, daß der Zuflug von *M. aeneus* zu den Rapsbeständen etwa bis Ende April – Anfang Mai anhielt. Bei den Klopffängen wurde anfänglich im wesentlichen diese Art erbeutet. Die späteren Fänge auf Raps (Zeit der Vollblüte und Ende der Blüte) bestanden zu einem großen Teil aus Vertretern der drei anderen Arten. Die letzten Fänge wurden Ende Mai durchgeführt.

Nach dem Abflug der ersten Käfer in die Feldflur finden sie sich auf den verschiedensten Blütenpflanzen (FRITZSCHE, 1954). Der größte Teil der Käfer fliegt direkt die Rapsflächen an. Es handelt sich hierbei um einen gerichteten Flug. Dies geht aus folgendem Versuch hervor:

Im Frühjahr 1953 wurden in Abständen von 200 bzw. 500 m vom Winterquartier (Aschersleben) Gelbschalen aufgestellt. Ein Teil der Schalen (A) stand in westlicher Richtung auf einem 700 m entfernt liegenden Rapsfeld, der andere Teil (B) befand sich südlich vom Winterlager in einer Richtung, in der bis zu etwa 2 km Entfernung kein Rapsfeld lag. Aus technischen Gründen konnten diese Schalen nicht während der gesamten Zuflugzeit aufgestellt bleiben, sondern mußten an jedem Beobachtungstage neu ausgebracht werden. Als Beobachtungszeit wurden die Mittags- und frühen Nachmittagsstunden gewählt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tab. 7 zusammengestellt.

Tabelle 7. Gerichteter Zuflug der *Meligethes*-Arten zu den Rapsbeständen

Datum	Schalen A	Schalen B
23. 3. — 30. 3.	163	6
31. 3. — 13. 4.	196	19
18. 4. — 2. 5.	211	34
12. 5. — 22. 5.	172	21

In den Schalen B wurden bis zum 2. 5. nur *M. aeneus* gefangen. In der Zeit vom 12. 5.–22. 5. konnten hier 21 % *M. viridescens* festgestellt werden. Die Schalen A enthielten bis zum 13. 4. neben *M. aeneus* stets auch die Arten *M. coracinus* und *M. picipes*, vom 18. 4. an kam hierzu noch *M. viridescens*.

Aus diesem Versuch geht hervor, daß die Rapsflächen für alle hier besprochenen *Meligethes*-Arten eine deutliche Anlockwirkung ausüben. Die Rapsfelder, die in der Nähe der Winterlager liegen, werden im Frühjahr zuerst besiedelt. Dies geht aus Beobachtungen hervor, die 1953 in Aschersleben und Zellewitz durchgeführt wurden. Derartige Untersuchungen waren an beiden Orten besonders gut durchführbar, da die Feldflur hier auf weite Strecken hin keine Überwinterungsplätze für *Meligethes* aufwies. Die im Frühjahr auf den Rapsflächen erscheinenden Käfer mußten daher aus den bekannten Winterlagern stammen. Die Beobachtungsergebnisse sind in Tab. 8 zusammengestellt.

Tabelle 8. Die Besiedelung der Rapsflächen in Abhängigkeit von der Entfernung zum Winterquartier

Ort	Entfernung des Feldes vom Winterquartier	Erstes Käferauftreten, ermittelt durch Klopffänge
Aschersleben	1. 700 m (1 ha)	20. 3. 53
	2. 1500 m (0,25 ha)	26. 3. 53
	3. 1500 m (0,25 ha)	26. 3. 53
Zellewitz	1. 400 m (0,25 ha)	20. 3. 53
	2. 500 m (0,50 ha)	20. 3. 53
	3. 1200 m (0,50 ha)	26. 3. 53
	4. 1500 m (0,25 ha)	25. 3. 53

Hierbei ist auffällig, daß die Besiedelung der Felder, die über 1000 m vom Winterlager entfernt sind, erst am 26. 3., in einem Falle am 25. 3. er-

folgte, obwohl die Temperaturmaxima vom 20. 3. an ständig über 15° C lagen. Am 26. 3. stieg die Temperatur erstmalig auf 20° C. Es muß daher angenommen werden, daß die Käfer erst bei Erreichung dieser Temperatur größere Strecken zurücklegen können. Daß es sich hierbei um zugewanderte Käfer von bereits befallenen Flächen handelt, erscheint unwahrscheinlich, da sowohl in Aschersleben als auch in Zellewitz je ein etwa 1500 m vom Winterquartier entferntes Feld vom nächsten befallenen Feld noch weiter als vom Winterlager entfernt war.

Während auf Flächen von der Größe des Versuchsfeldes in Aschersleben (0,25 ha) alle Teile im Frühjahr gleichzeitig befallen werden (vgl. Abb. 11), suchen die Käfer auf größeren Rapsschlägen zunächst die Feldränder auf. Die Beobachtungen hierzu wurden auf einem 10-ha-Schlag in Aschersleben durchgeführt. Der Abstand von den Rändern zur Mitte des Bestandes betrug 150–160 m. Die ersten Käfer erschienen auf diesem Feld am 20. 3. Sie konnten bis zu 25 m in den Bestand hinein festgestellt werden. Die Mitte war völlig befallsfrei. Am 26. 3. waren von 100 Pflanzen in laufender Reihe in der Feldmitte 6 befallen, am Rande dagegen bereits 25. Diese deutliche Randbevorzugung konnte auch Ende April noch nachgewiesen werden. Bei Auszählungen am 27. 4. waren in der Mitte 13 % der Pflanzen befallen, an den Rändern (bis zu 40 m in den Bestand hinein) 50–55 %.

b) Die Zuwanderung der *Meligethes*-Arten im Frühjahr 1954

Durch die ungünstige Winterwitterung waren in Zellewitz sämtliche Rapsflächen vernichtet worden. Auch in Aschersleben hatte der Raps sehr stark unter dem Frost gelitten und mußte zum größten Teil umgebrochen werden. Befallsfeststellungen, wie sie im Vorjahre durchgeführt wurden, waren daher nur in beschränktem Umfange möglich. Neben den Winterrapsflächen wurden auch die Sommerraps-, Sommerrübsen- und Senfbestände in die Beobachtungen einbezogen.

Nach einer längeren Kälteperiode Anfang April setzte am 22. 4. wärmeres Wetter ein. *M. aeneus* erschien an diesem und den folgenden Tagen in größeren Mengen aus dem Winterlager. Die Käfer suchten sogleich die gerade erblühten Frühlingsblumen auf, von denen vor allem *Tussilago farfara* L., *Ranunculus ficaria L.* und *R. acer* L. befallen wurden. *Galanthus nivalis* L., *Corylus avellana* L. und *Salix viminalis* L. waren zu dieser Zeit bereits abgeblüht. Einige Tage später wurden auch an *Forsythia suspensa* Thunb., *Viola odorata* L. und *Corydalis cava* Schw. et K. zahlreiche Käfer gefunden. Auf den noch vorhandenen Rapsflächen wurden die ersten Käfer am 24. 4. erbeutet, als die Lufttemperaturen auf über 15° C angestiegen waren. Die Pflanzen befanden sich zu dieser Zeit noch im Stadium der Vegetationsruhe. Auf den Sommerrübsen- und Senfparzellen der Biologischen Zentralanstalt, auf denen die Pflanzen gerade erst das Keimblattstadium erreicht hatten, konnten schon am 23. 4. die ersten *Meligethes* gefangen werden. Diese Parzellen befanden sich in unmittelbarer Nähe einer Kleingartenkolonie, in der, wie Untersuchungen des Vorjahres zeigten, eine geringe Käferzahl überwinterte. In diesen Tagen verließen auch *M. coracinus* und *M. picipes* den Boden. Der größte Teil von ihnen sammelte sich auf den Frühlingsblüten in der Nähe der Winterlager, ein geringer Teil wurde bereits auf Raps erbeutet. Der Hauptzuflug zu den Rapsbeständen erfolgte

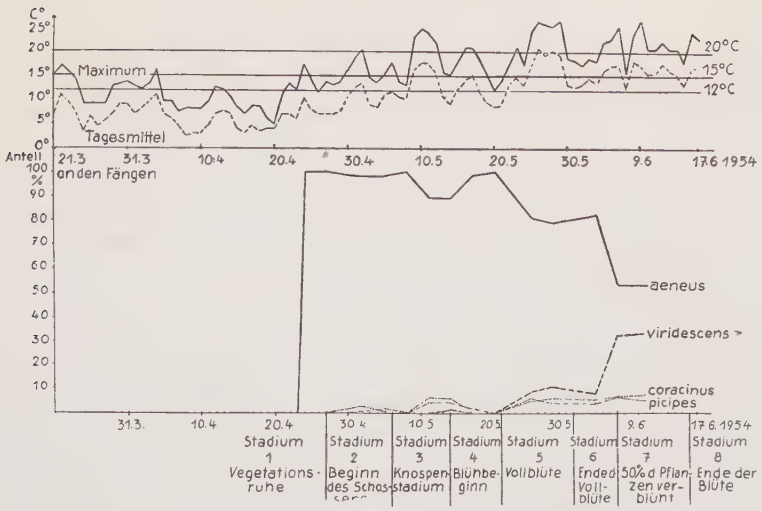


Abb. 17. Prozentualer Anteil der verschiedenen *Meligethes*-Arten an den Fängen auf den Winterrapsbeständen, Aschersleben 1954

bei diesen beiden Arten in den warmen Tagen vom 9. 5.–12. 5. und vom 23. 5. an (vgl. hierzu Abb. 17). Wie im Vorjahr verließ *M. viridescens* als letzte Art den Boden. Die ersten Exemplare erschienen am 14. 5., die Hauptmasse folgte Ende Mai bis Anfang Juni. Zunächst konnten sie an Blütenpflanzen in der Nähe des Winterquartiers gefunden werden. Der Zuflug zu den Rapsfeldern erfolgte vom 25. 5. an, als die Lufttemperaturen auf über 20° C angestiegen waren. Die Pflanzen befanden sich in dieser Zeit im Stadium der Vollblüte (Abb. 17). Bei Sommerrübsen, Sommerraps und Senf begann die Blüte am 24. 5. Auf diesen Kulturen konnte stets die gleiche Artenverteilung wie auf Winterraps beobachtet werden.

Auf den Blütenpflanzen am Winterquartier fanden sich am 6. 6. nur ganz vereinzelt einige *Meligethes*, obwohl zu dieser Zeit noch größere Mengen von *M. viridescens* den Boden verließen. Die Käfer flogen offenbar, wie aus Abb. 17 hervorgeht, sofort auf die Rapsfelder über.

Bei den Untersuchungen über den Tagesgang bei der Zuwanderung zu den Rapsbeständen konnte beobachtet werden, daß die Käfer vor allem während der späteren Vormittagsstunden und in der Mittagszeit anfliegen. Dies konnte mit Gelbschalen, die in etwa 500 m Entfernung vom Winterlager aufgestellt waren und in der Zeit vom 24.–29. 4. und vom 9.–12. 5. 54 zu fünf verschiedenen Terminen am Tage (7, 10, 13, 16 und 19 Uhr) auf Käferbesatz kontrolliert wurden, festgestellt werden. Wie die Ergebnisse von Laborversuchen zeigen, auf die im Abschnitt C. IV näher eingegangen wird, sind alle *Meligethes*-Arten bei Temperaturen von 20–27° C sehr lebhaft, wenn die relative Luftfeuchtigkeit nicht weniger als 60% beträgt. Bei geringeren Feuchtigkeitsgraden verkriechen sie sich in die Rapsknospenbestände. Am 10. 5. 1954 wurde mit Hilfe eines Hygographen um 13 Uhr an den aufgestellten Gelbschalen eine relative Luftfeuchtigkeit von nur 31% gemessen. An diesem Tage lag die Zahl der um 13 Uhr gefangenen Käfer weit unter denen um 10 und um 16 Uhr, obwohl die Mittagstemperaturen auf 25° anstiegen. Blunck (1921 a) konnte an sehr warmen Tagen ebenfalls ein Nachlassen der Aktivität der Käfer in den Mittagsstunden feststellen.

Zusammenfassend kann über die Zuwanderung der *Meligethes*-Arten zu den Rapsbeständen folgendes gesagt werden: Obwohl die Witterungsbedingungen in den Jahren 1953 und 1954 sehr starke Unterschiede aufwiesen, zeigten die einzelnen *Meligethes*-Arten bei der Zuwanderung zu den Rapsbeständen ein weitgehend übereinstimmendes Verhalten. Nach Verlassen des Bodens sind *M. aeneus, M. coracinus* und *M. picipes* zu kurzen Flügen in die nähere Umgebung des Winterlagers erst bei Ansteigen der Lufttemperaturen auf über 12° C befähigt. Für *M. viridescens* liegt diese Temperaturgrenze bei etwa 15° C. Die Käfer sammeln sich dann auf Frühlingsblüten. Der Abflug zu den Rapsbeständen erfolgt bei *M. aeneus, M. coracinus* und *M. picipes*, sobald die Temperaturen 15° C erreicht haben. Bei dieser Temperatur sind die Käfer sofort nach Verlassen des Bodens zu größeren Flügen in der Lage, ohne erst auf Frühlingsblüten zu erscheinen. Die Hauptmasse der beiden letztgenannten Arten besiedelt die Rapsflächen bei Temperaturen über 20° C. Sie werden von allen Arten gerichtet angeflogen. *M. viridescens* ist bei 20° C überhaupt erst zu Fernflügen befähigt. Die Ergebnisse der Fänge auf den Rapsfeldern zeigen, daß zuerst *M. aeneus* und in geringen Mengen *M. coracinus* und *M. picipes* dort erscheinen. *M. viridescens* tritt als letzte der vier untersuchten *Meligethes*-Arten auf. Mit dem Eintreffen der Hauptmasse von *M. coracinus* und *M. picipes* auf Raps ist gleichzeitig mit dem *viridescens*-Auftreten zu rechnen. Diese Untersuchungen bestätigen die Beobachtungen von NOLTE und FRITZSCHE (1952) und SCHERNEY (1953). Das gleiche konnte auf Grund von Käferfängen, die im Rahmen dieser Arbeit in allen Teilen Deutschlands im Jahre 1952 und zum Teil auch 1953 durchgeführt wurden, festgestellt werden. Damit können diese Verhältnisse als für das gesamte deutsche Rapsanbaugebiet zutreffend angesehen werden.

3. DER REIFEFRASS

In Übereinstimmung mit H.-J. MÜLLER (1941) konnte ich feststellen, daß bei allen untersuchten *Meligethes*-Arten die Weibchen mit unentwickelten Gonaden (Vitellarium kleiner als das Germarium) im Frühjahr den Boden verlassen. Die Männchen sind zu dieser Zeit bereits geschlechtsreif. H.-J. MÜLLER (1941) kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß die *Meligethes*-Weibchen, bevor sie auf die Rapsflächen überfliegen, einen Reifefraß an Nektar und Pollen von Frühlingsblüten durchführen und erst mit ablegereifen Eiern die Brutpflanzen (vor allem die Rapsbestände) aufsuchen. Dies steht in scheinbarem Widerspruch zu meinen Beobachtungen und zu KAUFMANN (1925), wonach ein großer Teil der Käfer sofort nach Verlassen des Bodens zu Fernflügen starten kann. H.-J. MÜLLER (1941) führte seine Untersuchungen in einem Frühjahr mit langsamer Erwärmung durch; meine Beobachtungen wurden dagegen in Jahren mit kühlem Vorfrühling und plötzlichem starken Temperaturanstieg gemacht. NOLTE (1954), der die gleichen Feststellungen in bezug auf den Zuflug zu den Rapsflächen wie ich machen konnte, schreibt hierzu: „Nach eigenen Beobachtungen erscheinen sie (die *Meligethes* d. Verf.) aber auch in unreifem Zustand auf den Rapspflanzen. Das ist z. B. der Fall, wenn die winterlichen Temperaturen lange anhalten und das Frühjahr spät, aber mit plötzlich einsetzender starker Erwärmung beginnt. In solchen Jahren kommen die Rapsglanzkäfer schlagartig aus ihren Winterquartieren und schwärmen bei den hohen Temperaturen sofort." Zur Klärung dieser Verhältnisse wurden 1953 und 1954 Gonadenpräparationen durchgeführt. Bei sämtlichen in die-

sen beiden Jahren auf Frühlingsblüten und auf Raps durchgeführten Käferfängen wurden die Weibchen auf den Entwicklungszustand der Geschlechtsorgane untersucht, wobei von den kleineren Proben (mit weniger als 50 Weibchen) sämtliche, und von umfangreicheren Proben je 50 Weibchen verwandt wurden. Es konnte festgestellt werden, daß in beiden Jahren die in den ersten Tagen auf Raps gefangenen Weibchen stets völlig unentwickelte Gonaden besaßen. Während H.-J. Müller (1941) zu Beginn der Zuwanderung zu Raps nur eine geringe Käferzahl erbeuten konnte, waren meine Fänge in dieser Zeit wesentlich umfangreicher. Dies ist auf unterschiedliche Witterungsbedingungen zurückzuführen. Außerdem waren die Felder, auf denen er seine Beobachtungen durchführte, vom Winterlager über 1000 m entfernt. Auf den Frühlingsblüten konnte ich von *M. aeneus* bei allen Fängen nur Weibchen mit unreifen Gonaden feststellen. Von *M. viridescens*, *M. coracinus* und *M. picipes* wurden im Gegensatz hierzu in beiden Jahren etwa 8–10 Tage nach dem Erscheinen der ersten Vertreter dieser Arten neben Weibchen mit unentwickelten auch solche mit halbreifen Geschlechtsorganen gefunden. Zum Teil fanden sich auch Exemplare mit fast ablagereifen Eiern. Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß *M. aeneus* unter Witterungsbedingungen, wie sie bei meinen Untersuchungen vorlagen, sich nur sehr kurze Zeit auf Frühlingsblüten aufhält bzw. sofort nach Verlassen des Bodens zu Fernflügen übergeht, während die übrigen Arten erst bei Temperaturen über 20° C in größeren Mengen in die Feldflur abfliegen können. Sie halten sich bis dahin auf Blütenpflanzen in der Nähe der Winterlager auf und führen hier ihren Reifefraß durch. Der Reifefraß von *M. aeneus* erfolgt in solchen Jahren auf den Rapsschlägen. *M. viridescens*, *M. coracinus* und *M. picipes* können, wenn die Temperaturen beim Verlassen des Bodens über 20° C betragen, auch sofort zu den Rapsfeldern fliegen, ohne einen Reifefraß an Frühlingsblüten durchgeführt zu haben. Dies geht aus den Ausführungen über die Zuwanderung zu den Rapsschlägen und den Ergebnissen der Gonadenpräparationen hervor. Hierbei fanden sich in beiden Jahren noch ab Mitte Mai auf den Rapsbeständen Weibchen dieser drei Arten mit unreifen Gonaden in größerer Anzahl. Dies stimmt mit den Befunden von Kaufmann (1925) überein. H.-J. Müller (1941) konnte bei seinen Untersuchungen um diese Zeit nur noch Weibchen mit ablegereifen Eiern und solche, die bereits abgelegt hatten, und in deren Gonaden erst neue Eier heranreifen mußten, feststellen. Die letzteren unterschieden sich von Weibchen mit unreifen Gonaden durch Vorhandensein von Corpus-luteum-Bildungen in den Gonaden. Auf Grund der vorliegenden Beobachtungen kann kein Widerspruch mehr zwischen den Befunden von H.-J. Müller (1941) und Kaufmann (1925) gesehen werden. Wie bereits von Nolte und Fritzsche (1952) nachgewiesen wurde, treten die einzelnen *Meligethes*-Arten in den verschiedenen Gebieten Deuschlands in unterschiedlicher Menge auf. Da sie auch im Laufe der Vegetationsperiode des Rapses nicht gleichzeitig auf den Feldern erscheinen, können die verschiedenen Beobachtungsergebnisse der beiden genannten Autoren auf das Vorliegen artenmäßig uneinheitlichen Käferausgangsmaterials zurückgeführt werden.

Ergänzend zu den Freilandbeobachtungen über den Reifefraß wurden Laborversuche durchgeführt. Hierbei konnte festgestellt werden, daß sich bei den Weibchen aller Arten bei ausschließlicher Ernährung mit Rapsknospen (entnommen von Pflanzen im Stadium 2) ablegereife Eier entwickelten. Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80–>95 % (nähere Angaben über

die Zuchtmethode der Käfer finden sich im Abschnitt C. IV) und einer Temperatur von 20° C werden durchschnittlich nach 6–8 Tagen die ersten Eier abgelegt. Wurden den Käfern ausschließlich Frühlingsblüten zum Fraß vorgelegt (*Taraxacum officinale* Weber, *Ranunculus ficaria* L., *Corylus avellana* L., *Tussilago farfara* L., *Lamium purpureum* L.), so entwickelten sich die Gonaden der Weibchen bei gleichen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnissen in der gleichen Zeit wie bei Ernährung mit Rapsknospen. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die *Meligethes*-Weibchen für ihren Reifefraß nicht unbedingt auf Frühlingsblüten angewiesen sind. Werden sie durch ungünstige Witterung am Abflug in die Feldmark gehindert, dann erfolgt die Eireifung auf Blüten in der Nähe der Winterlager.

IV. Eireifung, Eiablage, Larvenentwicklung und Jungkäferauftreten

Genaue Untersuchungen über die Dauer der Eireifung, die Eiablage und die Larvenentwicklung bei den einzelnen *Meligethes*-Arten stoßen im Freiland auf methodische Schwierigkeiten, da hierzu eine sehr große Anzahl von Rapspflanzen im gleichen Entwicklungsstadium notwendig sind, deren Knospen bzw. Blüten täglich kontrolliert werden müssen. Es ist hierbei fast ausgeschlossen, die Entwicklung eines Individuums vom Ei bis zur Puppe bzw. zum fertigen Jungkäfer zu verfolgen. Außerdem können Temperatur und Luftfeuchtigkeit nicht konstant gehalten werden, was notwendig ist, um Unterschiede in der Entwicklung der einzelnen Arten feststellen zu können. Die vorliegenden Untersuchungen wurden daher im Labor durchgeführt.

1. VERSUCHSMETHODIK

Als Zuchtgefäße dienten Hygrostaten nach ZWÖLFER (1932). Hierbei wird die Luftfeuchtigkeit in den Gefäßen mit Hilfe von gesättigten Salzlösungen eingestellt. Die Herstellung dieser Hygrostaten erfolgt in der Weise, daß über eine Petrischale von 14 cm ∅ und 3 cm Höhe, die zur Hälfte mit der Salzlösung gefüllt war, engmaschiges Perlongewebe gespannt wurde, Hierauf wurden die Käfer, Eier oder Larven mit den als Futter dienenden Pflanzenteilen gebracht und beides mit einer Petrischale von 9 cm ∅ und 2 cm Höhe abgedeckt. Zur Einstellung der Luftfeuchtigkeit dienten folgende Salze: Für Luftfeuchtigkeit über 95% dest. Wasser.

Für	Luftfeuchtigkeit	von 76–78%	= $NaCl$
„	„	von 55–56%	= $Ca(NO_3)_2$
„	„	von 33–34%	= $MgCl_2$
„	„	von 10%	= $ZnCl_2$

Die Gefäße wurden in temperaturkonstante Räume gebracht. Als Temperaturstufen wurden 6–8° C, 10–11° C, 15–16° C, 20–22° C und 27° C gewählt. Die Räume wurden täglich 12 Stunden mit 180–200 Lux beleuchtet, wobei zusätzliche Wärmezustrahlung zu den Zuchtgefäßen vermieden wurde (Kaltlicht). Die Temperaturkontrolle erfolgte mit Hilfe von Thermographen. Die relative Luftfeuchtigkeit wurde mit Haarhygrometern überwacht.

2. EIREIFUNG

Zur Feststellung der Dauer der Eireifung wurden die Käfer sofort nach Verlassen der Winterquartiere im Frühjahr in die Zuchtgefäße gebracht. Da

sich Männchen und Weibchen bei allen hier untersuchten Arten äußerlich nicht trennen lassen, mußte für jede Art eine große Anzahl von Zuchtgefäßen hergestellt werden (je 40 Stück), die jeweils mit zwei Käfern beschickt wurden. Auf diese Weise gelang es, für jede Art wenigstens 10 Zuchtgefäße zu erhalten, in denen sich je ein Weibchen und ein Männchen befanden. Die Auswahl dieser Gefäße erfolgte nach beobachteter Kopulation der Käfer. Die übrigen Zuchtgefäße wurden nicht weiter beobachtet. Die Käfer erhielten als Futter täglich einen neuen Knospenstand von Pflanzen im Entwicklungsstadium 4 (Blühbeginn). In diesem Stadium finden die Käfer Knospen in allen Größen vor, so daß die Eiablage ungehindert erfolgen konnte. Es konnte festgestellt werden, daß in Knospen unter 1,5 und über 5 mm Länge keine Eier abgelegt werden. Nach dem Futterwechsel wurden von jedem Knospenstand des Vortages sämtliche Knospen auf das Vorhandensein von Eiern untersucht. Dadurch konnte für jede Art der Tag der ersten Eiablage unter den jeweiligen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen ermittelt werden. Die Zuchten, die mit 10–56 %iger Luftfeuchtigkeit angesetzt wurden, schieden in allen Temperaturstufen für die Weiterzucht aus, da die Käfer nach 3–5 Tagen starben, obwohl ständig für frisches Futter gesorgt wurde (bei diesen Feuchtigkeitsstufen erfolgte der Futterwechsel zweimal täglich, da die Pflanzenteile sehr schnell vertrockneten). In den Temperaturstufen 6–8° C und 10–11° C starben die Käfer nach 6–8 Wochen, ohne Eier abgelegt zu haben. Die Tiere hatten an den Pflanzenteilen nur in ganz geringem Maße gefressen. Bei der Präparation der toten Käfer konnte keine sichtbare Weiterentwicklung der Gonaden gegenüber den frisch geschlüpften Tieren beobachtet werden. Während des Frühjahres wurden laufend neue Zuchtgefäße angesetzt (dies war abhängig vom Verlassen der Winterquartiere), so daß von jeder Art für jede Temperatur- und Feuchtigkeitsstufe 10 Zuchten zur Verfügung standen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tab. 9 zusammengefaßt.

Tabelle 9. Dauer der Eireife in Tagen (Zeitraum vom Verlassen des Bodens bis zur ersten Eiablage ermittelt an 10 Weibchen jeder Art, bei Ernährung mit Rapsknospen)

Art	Dauer der Eireife bei:					
	15 - 16° C	20 - 22° C	27° C	15 - 16° C	20 - 22° C	27° C
	bei > 95 % relativer Luftfeuchtigkeit			bei 76 - 78 % relativer Leuftfeuchtigkeit		
aeneus	10—13	6—8	6	12—14	8—10	6—8
viridescens	11—16	6—8	6—8	12—15	8—10	8
coracinus	10—12	6—8	6—8	11—14	8	8
picipes	10—13	6—8	6—7	11—14	8— 9	6—8

Aus den Zahlen der Tab. 9 ist zu erkennen, daß sich für die Eireifung Temperaturen von 20–27° C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von > 95 % als am günstigsten erwiesen. Bei 15–16° C konnten in beiden Feuchtigkeitsstufen die ersten Eiablagen bei allen Arten erst nach mindestens 10 Tagen erwartet werden. Im allgemeinen wird durch eine relative Luftfeuchtigkeit von 76–78 % gegenüber > 95 % die Eireife etwas verzögert. Danach können die *Meligethes*-Arten als anspruchsvoll in bezug auf die relative Luftfeuchtigkeit gelten. Dies stimmt überein mit den Ergebnissen über den Tagesgang der Zuwanderung zu den Rapsflächen.

ANDERSEN (1933) konnte bei *Sitona lineata* L. eine Beeinflussung der Dauer der Eientwicklung durch die Art der Ernährung der Käfer feststellen. Dies konnte für die *Meligethes*-Arten nicht beobachtet werden, worauf bereits im Abschnitt „Der Reifefraß" hingewiesen wurde.

3. EIABLAGE UND BRUTPFLANZEN

Die Eiablage von *M. aeneus* ist von BURKHARDT und v. LENGERKEN (1920) näher beschrieben worden. Auch SCHERNEY (1953) macht hierüber einige Angaben. Bei meinen Untersuchungen konnte ich feststellen, daß sich die hier untersuchten *Meligethes*-Arten in der Art der Eiablage deutlich unterscheiden. Neben den bereits vorhandenen Zuchten wurden für diese Beobachtungen während der Vegetationsperiode des Rapses laufend Käfer von Rapspflanzen gefangen und getrennt nach Arten zur Zucht angesetzt, so daß zur Feststellung der Art und Weise der Eiablage von jeder Art etwa 80–100 Weibchen zur Verfügung standen. Es konnte beobachtet werden, daß alle Arten zur Eiablage Knospen von 2–3 mm Länge bevorzugen. Wie bereits erwähnt, wurden in Knospen unter 1,5 und über 5 mm keine Eier abgelegt. Die Käfer schneiden die Knospen zunächst mit den Mundwerkzeugen an und schieben dann in das so entstandene Loch ihren Legeapparat ein. Dies konnte auch von SCHERNEY (1953) beobachtet werden. Daß die Käfer mit dem Legebohrer (= Legeapparat) ein Loch in die Knospe bohren, wie es von BURKHARDT und v. LENGERKEN (1920) beschrieben wird, konnte ich nicht bestätigen. Die Eier werden, ohne die Blütenorgane, mit Ausnahme der Kelch- und Blütenblätter, zu beschädigen, an die Staubgefäße oder den Stempel abgelegt und mit einer „dünnen, glashellen Kittsubstanz" (BURKHARDT und v. LENGERKEN [1920]) befestigt. Während *M. aeneus* und *M. picipes* ihre Eier stets von der Knospenbasis aus in die Knospen einschieben, legt *M. viridescens* seine Eier immer von der Knospenspitze her ab. Dies konnte auch von BLUNCK (1921b) beobachtet werden, während SCHERNEY (1953) sowohl für *M. aeneus* als auch für *M. viridescens* nur die Eiablage an der Basis beschreibt. *M. coracinus* legt seine Eier zum größten Teil von der Basis her ab, zum Teil konnte aber auch Eiablage von der Knospenspitze aus festgestellt werden.

Die Zahl der abgelegten Eier ist abhängig von der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und der Ernährung der Käfer. Bei ausschließlicher Fütterung der Käfer mit Frühlingsblüten wurden in allen Temperatur- und Feuchtigkeitsstufen im Höchstfalle 8 Eier pro Weibchen bis zum Tode der Tiere nach 4–5 Wochen seit dem Verlassen der Winterlager abgelegt. Bei ausschließlicher Fütterung mit Rapsknospen waren sowohl die Lebensdauer als auch die Zahl der abgelegten Eier wesentlich höher (Tab. 10 und 11). Daraus geht hervor,

Tabelle 10. Durchschnittliche Lebensdauer in Tagen (Durchschnitt von 10 in Zucht gehaltenen Weibchen bei Ernährung mit Rapsknospen in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchtigkeit

Art	15 - 16° C	20 - 22° C	27° C	15 - 16° C	20 - 22° C	27° C
	bei > 95 % relativer Luftfeuchtigkeit			bei 76 - 78 % relativer Luftfeuchtigkeit		
aeneus	41	56	49	37	32	26
viridescens	37	43	45	38	40	21
coracinus	42	54	46	37	35	31
picipes	28	33	26	23	28	25

Tabelle 11. Durchschnittliche Eizahl pro Weibchen, errechnet aus der Eiablage von 10 in Zucht gehaltenen Weibchen bei Ernährung mit Rapsknospen in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchtigkeit

Art	15 - 16° C bei > 95 % relativer Luftfeuchtigkeit	20 - 22° C bei > 95 % relativer Luftfeuchtigkeit	27° C bei > 95 % relativer Luftfeuchtigkeit	15 - 16° C bei 76 - 78 % relativer Luftfeuchtigkeit	20 - 22° C bei 76 - 78 % relativer Luftfeuchtigkeit	27° C bei 76 - 78 % relativer Luftfeuchtigkeit
aeneus	78	211	206	97	116	46
viridescens	14	71	70	—	68	22
coracinus	26	32	34	7	11	6
picipes	13	33	24	—	27	11

daß alle hier untersuchten Arten nach beendigtem Reifefraß auf besondere Brutpflanzen angewiesen sind.

Hieraus geht hervor, daß *M. aeneus, M. coracinus* und *M. picipes* bei Temperaturen von 20–22° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von > 95% die günstigsten Lebensbedingungen finden. *M. viridescens* zeigt höhere Wärmeansprüche bei gleichbleibender Luftfeuchtigkeit. Die Männchen aller Arten starben etwa 8–10 Tage nach der Kopulation. Dies konnte auch von Burkhardt und v. Lengerken (1920) festgestellt werden. Auch aus der Zahl der abgelegten Eier geht hervor, daß die Temperaturen über 20° C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von > 95% die günstigsten Lebensbedingungen für die *Meligethes*-Arten darstellen. *M. aeneus* legt weitaus mehr Eier ab als die übrigen Arten, von denen *M. coracinus* und *M. picipes* annähernd die gleiche Eizahl produzieren. In der Literatur finden sich über die Zahl der abgelegten Eier von *M. aeneus* sehr unterschiedliche Angaben. Nach Burkhardt und v. Lengerken (1920) legt ein Weibchen 15–20 Eier, nach Börner und Blunck (1919a) 200–400, nach Friederichs (1921) 40–44 und nach Scherney (1953) 67–344. Da von allen Autoren weder Angaben über Temperatur und Luftfeuchtigkeit für die Käferzuchten gemacht werden, noch eine Differenzierung der einzelnen Arten erfolgt, finden die bestehenden Differenzen in der Literatur auf Grund der vorliegenden Untersuchungen ihre Erklärung.

Die Weibchen aller Arten sind in der Lage, im Laufe eines Tages bei 20–22° C und > 95% relativer Luftfeuchtigkeit 2–3 Eier abzulegen. Oft benutzen sie hierbei die gleiche Knospe und das gleiche Ablageloch, so daß in einer Knospe häufig mehrere Eier gefunden werden können. Hierauf weisen auch Burkhardt und v. Lengerken (1920) hin.

Die *Meligethes*-Arten sind zur Eiablage auf bestimmte Brutpflanzen angewiesen. Börner und Blunck (1919a) führen eine Reihe von Cruciferen an, auf denen sie normale Entwicklung von *Meligethes*-Eiern bis zur verpuppungsreifen Larve feststellen konnten. Ich konnte an folgenden Pflanzen eine vollständige Entwicklung beobachten:

Brassica napus L., *Brassica rapa* L.*, *Brassica oleracea* L., *Brassica nigra* Koch., *Raphanus raphanistrum* L., *Raphanus sativus* L., *Sinapis arvensis* L., *Sinapis alba* L., *Crambe maritima* L., *Cardamine pratensis* L.*, *Erysimum cheinrantoides* L.*. (Die mit * bezeichneten Pflanzen werden von Börner und Blunck (1919a) nicht genannt.)

Die genannten Pflanzen kommen für alle untersuchten Arten als Brutpflanzen in Frage. Zur Feststellung dieser Verhältnisse wurden während der gesamten Vegetationsperiode 1953 und 1954 zahlreiche Cruciferen in

der Umgebung von Aschersleben, Zellewitz und Halle auf Besatz mit *Meligethes*-Brut untersucht. Die gefundenen Larven wurden, da sich die Larven der einzelnen Arten nicht unterscheiden, im Labor in der genannten Weise bei 20–22 C und > 95 %iger relativer Luftfeuchtigkeit zur Zucht angesetzt. Die Ernährung der Larven erfolgte mit Knospen und Blüten der Pflanzen, an denen sie gefunden wurden (nähere Angaben über Larvenzucht siehe Abschnitt C IV 4 „Larvenentwicklung"). Die Verpuppung erfolgte in Zuchtgefäßen, ebenso das Schlüpfen der Jungkäfer. Erst dann war es möglich, Aussagen über die Artzugehörigkeit der eingebrachten Larven machen zu können.

4. LARVENENTWICKLUNG

Da die Eiablage der *Meligethes*-Arten in geschlossenen Knospen erfolgt, entzieht sich im Freiland die Embryonalentwicklung sowie die Entwicklung der Junglarven (Stadium 1 und z. T. Stadium 2) der direkten Beobachtung. Die Untersuchungen hierüber mußten daher als Laborversuche durchgeführt werden. Auch hier wurde, wie bei den vorangegangenen Untersuchungen (Abschnitt C IV 2 und 3) mit den genannten Temperatur- und Feuchtigkeitsstufen gearbeitet. Zur Ermittlung der Zeitdauer von der Eiablage an bis zum Schlüpfen der Junglarve wurden die bei der Feststellung der Eiablage angefallenen Eier getrennt nach Artzugehörigkeit in Hygrostaten der beschriebenen Form gebracht. Jedes Ei wurde einzeln in einem besonderen Hygrostaten angesetzt, um die Entwicklung des Einzelindividuums verfolgen zu können. Da die Kontrolle der Eiablage täglich erfolgte, konnten die gefundenen Eier im Höchstfalle nur 24 Stunden alt sein. Jedes Ei wurde täglich unter dem Binokular (100fache Vergrößerung) auf seinen Entwicklungszustand hin untersucht. Bei 20–22° C und > 95 % relativer Luftfeuchtigkeit konnten bei den Eiern aller Arten nach durchschnittlich 2 Tagen äußerlich die Abdominalsegmente des Embryos erkannt werden, am 3. Tage hatte er bereits die für die Junglarve charakteristische Gestalt und am 4. Tage erfolgte das Schlüpfen der Larve. Die Schlüpftermine für die einzelnen Temperatur- und Feuchtigkeitsstufen sind in Tab. 12 zusammengestellt. Die hier

Tabelle 12. Dauer der Embryonalentwicklung

Art	15 - 16° C	20 - 22° C	27° C	15 - 16° C	20 - 22° C	27° C
	bei > 95 % relativer Luftfeuchtigkeit			bei 76 - 78 % relativer Luftfeuchtigkeit		
aeneus	9	4	4	12	8	8
viridescens	14	4	3	—	10	8
coracinus	10	4	4	13	10	9
picipes	14	5	4	11	10	8

genannten Ergebnisse sind Durchschnittswerte von 50 beobachteten Eiern jeder der vier Arten. Hieraus ist zu ersehen, daß die kürzeste Entwicklungszeit bei Temperaturen über 20° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von > 95 % liegt. Bei Temperaturen von 15–16° C zeigte sich bei > 95 % und bei 76–78 % relativer Luftfeuchtigkeit bei allen Temperaturen eine hohe Eisterblichkeit. Die abgestorbenen Eier verfärbten sich zunächst dunkelgelb. Später trat aus ihnen eine braungelbe Flüssigkeit aus. Nach BÖRNER und BLUNCK (1919a) dauert die Keimesentwicklung von *M. aeneus* bei 16° C 7 Tage und bei 21–22° C 4 Tage. Dies stimmt mit meinen Befunden gut überein.

Werden die Eier bei der Entwicklung mit tropfbar flüssigem Wasser in Berührung gebracht, so sterben sie innerhalb von drei Tagen ab. Dies gilt für alle Temperatur- und Feuchtigkeitsstufen.

Eine Größenzunahme der Eier während der Embryonalentwicklung, wie sie bei anderen Käfereiern beobachtet wurde (SCHUCH [1938]), konnte nicht festgestellt werden, obwohl die Eier täglich gemessen wurden. Beim Schlüpfen der Larven platzt die Eihülle stets am vorderen Pol und die Larve schlüpft mit dem Kopf zuerst aus. Über das Verlassen der Eihüllen gehen in der Literatur die Ansichten auseinander. BURKHARDT und v. LENGERKEN (1920) schreiben, daß der Eipol bei der Eiablage nach dem Grunde der Knospen gerichtet ist, die Larve daher auch mit dem Kopf nach unten schlüpft. SCHERNEY (1953) beobachtete im Gegensatz hierzu, daß der Kopf der Larve nach der Knospenspitze zu gerichtet ist. Nach meinen Untersuchungen verlassen bei allen hier beschriebenen *Meligethes*-Arten die Eier bei der Eiablage den Legeapparat zuerst mit dem Eipol. Auf Grund der Feststellungen über die Art und Weise der Eiablage bei den einzelnen *Meligethes*-Arten ergibt sich, daß die Larven von *M. aeneus* und *M. picipes* beim Schlüpfen mit dem Kopf nach der Knospenspitze gerichtet sind, während die *viridescens*-Larven nach der Knospenbasis zu die Eihüllen verlassen. Bei *M. coracinus* ist der Eipol je nach der Art der Eiablage teils zur Spitze, teils zur Basis der Knospe gerichtet. Es ist hieraus zu erkennen, daß den genannten Autoren für ihre Untersuchungen kein artenmäßig einheitliches Ausgangsmaterial vorgelegen hat.

Nach dem Verlassen der Eihüllen wurden die jungen Larven in Knospen von 2–3 mm Länge eingesetzt. Hierzu wurden die Knospen mit einer feinen Nadel geöffnet, die Larven unter Vermeidung jeder Verletzung in die Öffnung geschoben und diese daraufhin so gut wie möglich durch Andrücken der Kelchblätter wieder geschlossen. Die Larven wurden täglich in eine neue Knospe umgesetzt. Auf diese Weise war es möglich, die Entwicklungsdauer der einzelnen Larvenstadien zu ermitteln. Den Untersuchungen lagen von jeder der vier Arten 30 Larven zugrunde. Der Zeitpunkt der Häutung wurde, wenn die Larvenhaut nicht gefunden werden konnte (dies trifft nur für die Häutung vom 1. zum 2. Stadium zu), durch Kopfkapselmessungen festgestellt. Die Ergebnisse dieser Beobachtungen sind in Tab. 13 zusammengestellt. Die einzelnen Arten zeigten übereinstimmendes Verhalten.

Tabelle 13. Entwicklungszeit der Larvenstadien in Tagen. Durchschnitt aus je 30 beobachteten Larven

Stadium	15 - 16° C	20 - 22° C	27° C	15 - 16° C	20 - 22° C	27° C
	bei > 95 % relativer Luftfeuchtigkeit			bei 76 - 78 % relativer Luftfeuchtigkeit		
I	4— 6	2— 3	2— 3	5— 7	2— 4	2— 3
II	9—14	8—11	7—11	9—14	8—11	8—11
III	10—14	9—11	9—11	10—14	8—11	9—11

Als Ende des Stadiums III wurde die Häutung zur Puppe festgelegt. Die Larven fallen im Freiland bereits einige Tage vorher zu Boden und suchen Verstecke in der Erde auf. Bei Bodenuntersuchungen konnten sie in 0,5–2 cm Tiefe in einer geglätteten Erdhöhle gefunden werden. Die Anfertigung eines Gespinstes wurde nicht beobachtet. In den Zuchten kamen

die fertig entwickelten Larven des III. Stadiums aus den Knospen heraus und lagen träge auf der Gaze. Wurden ihnen Erdstücken in die Nähe gelegt, so verkrochen sie sich darunter. Dort blieben sie liegen bis zur Häutung der Puppe. Die Dauer dieses Übergangsstadiums betrug bei allen Arten bei Temperaturen über 20° C in beiden Feuchtigkeitsstufen 1–3 Tage, bei 15–16° C 2–4 Tage. Die Literaturangaben über die Dauer der einzelnen Larvenstadien sind sehr unterschiedlich. Sie sind schwer miteinander zu vergleichen, da die Angaben über Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen nur unvollständig sind. Außerdem rechnen alle Autoren mit Ausnahme von BURKHARDT und v. LENGERKEN (1920) mit nur 2 Larvenstadien. BÖRNER und BLUNCK (1919a) beobachteten in einem Fall bei 22° C 2 Tage nach dem Schlüpfen die „erste und einzige" Häutung. In diesem Falle muß es sich um die Häutung von Stadium I zum Stadium II gehandelt haben, wie aus Tab. 13 hervorgeht. BURKHARDT und v. LENGERKEN (1920) stellten als Entwicklungszeit für das erste und zweite Larvenstadium je 8–10 Tage fest. Über die Dauer des dritten Stadiums werden keine Angaben gemacht. Bei Vergleich mit meinen Beobachtungen müssen hier vermutlich für das erste Stadium ungünstige Bedingungen vorgelegen haben. FRIEDERICHS (1921) ermittelte eine Entwicklungsdauer vom Schlüpfen bis zur Häutung zur Puppe von 16–20 Tagen. Wie Tab. 13 zeigt, ist dies bei günstigen Bedingungen (20–22° C, 76–>95% rel. Luftfeuchtigkeit) möglich.

Für die Dauer der Puppenruhe werden folgende Angaben gemacht:

BURKHARDT und v. LENGERKEN (1920): 11 bis über 18 Tage, FRIEDERICHS (1921): 11–12 Tage, BÖRNER und BLUNCK (1919a): 10–16 Tage, SCHERNEY (1953): 14–18 Tage.

Die Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen, unter denen diese Beobachtungen gemacht wurden, werden von den Autoren nicht angeführt. Nach meinen Untersuchungen zeigten sich hinsichtlich der Dauer der Puppenruhe bei den einzelnen *Meligethes*-Arten keine Unterschiede. Die bei den verschiedenen Temperatur- und Feuchtigkeitsstufen gemachten Feststellungen finden sich in Tab. 14.

Tabelle 14. Dauer der Puppenruhe in Tagen

15 - 16° C	20 - 22° C	27° C	15 - 16° C	20 - 22° C	27° C
bei > 95% relativer Luftfeuchtigkeit			bei 76 - 78% relativer Luftfeuchtigkeit		
12—16	10—11	10	14—18	10—12	10—11

Für diese Beobachtungen wurden von jeder Art nur 20 Puppen verwandt, da ein Teil der Puppen während der Ruhezeit starb. Bei Vergleich mit den Literaturangaben zeigte es sich, daß die Untersuchungen der einzelnen Autoren bei unterschiedlichen Außenbedingungen durchgeführt wurden. Unter Berücksichtigung dieses Umstandes konnte jedoch gute Übereinstimmung mit meinen Befunden festgestellt werden.

Aus den Untersuchungen über Eireifung, Eiablage und Larvenentwicklung geht hervor, daß die Temperaturen von 20–27° C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von > 95% als die optimalen Lebensbedingungen der *Meligethes*-Arten angesehen werden müssen, da auch die Käfer bei diesen Bedingungen die größte Aktivität zeigten. Niedrigere Temperaturen und geringere Luftfeuchtigkeit wirkten sich hemmend auf die Entwicklung der Tiere aus.

5. JUNGKÄFERAUFTRETEN

Nach Verlassen der Puppenhüllen sind die Jungkäfer aller Arten weich und gelblich-weiß gefärbt. Die Ausfärbung und Härtung des Chitinpanzers erfolgt innerhalb von 1–3 Tagen. Unter Freilandbedingungen verlassen nur fast ausgefärbte und ausgehärtete Käfer den Boden. Ihr Chitinpanzer ist jedoch immer noch deutlich heller gefärbt als der der Altkäfer bzw. der ausgefärbten Jungkäfer (FRITZSCHE 1954). Sie suchen zum Mastfraß die verschiedensten Blütenpflanzen auf, von denen Hederich und Ackersenf bevorzugt werden. Eingehende Angaben hierüber werden von H.-J. MÜLLER (1941) gemacht. In den Jahren 1953 und 1954 wurden die ersten Jungkäfer gegen Ende der Blütezeit auf Rapsblüten beobachtet. Daneben fanden sie sich aber auch an anderen blühenden Pflanzen. Im Laborversuch wurde festgestellt, daß die Jungkäfer zum Fraß vorgelegte Rapsknospen nur ganz vereinzelt anfressen. Sie bevorzugen geöffnete Blüten, in denen sie sich, wie Darmuntersuchungen zeigten, von Pollen und Nektar ernähren. Dies wurde auch von H.-J, MÜLLER (1941) nachgewiesen. Die Hauptmasse der Jungkäfer erschien in beiden Jahren in der Zeit von Anfang Juni bis Mitte Juli. Nach H.-J. MÜLLER (1941) wandern die Jungkäfer ab Mitte Juli in die Winterquartiere ab. Das gleiche stellte ich auf Grund von Erdauswaschungen am Winterquartier fest. Artunterschiede beobachtete ich nicht. Die Temperaturen waren zu dieser Zeit noch relativ hoch, so daß andere Gründe als ein Wechsel der Temperaturbedingungen die Käfer zum Aufsuchen des Bodens veranlassen müssen. Es wird vermutet, daß die Höhe der relativen Luftfeuchtigkeit mit hierfür verantwortlich ist, da die Käfer, wie aus den vorstehenden Untersuchungen hervorgeht, hohe Feuchtigkeit bevorzugen. Im Juli und im August sinkt die relative Luftfeuchtigkeit am Tage sehr oft unter 30%, so daß angenommen wird, daß die Käfer zum Teil aus diesem Grunde feuchtere Biotope, wie sie die Umgebung der Winterlager darstellen, aufsuchen. Eingehendere Untersuchungen liegen hierzu allerdings nicht vor. Die Ende Juli im Boden gefundenen Käfer besaßen einen voll entwickelten Fettkörper und zeigten, wie dies auch KAUFMANN (1925) beobachtete, negativ phototaktisches Verhalten. H.-J. MÜLLER (1941) vermutete, daß diese physiologische Umstellung hormonal bedingt ist. Ende Juli konnte ich die Käfer bereits in verschiedenen Tiefenlagen bis zu 10 cm Tiefe finden. Der größte Teil befand sich in 2–5 cm Tiefe. Da die Verteilung der Käfer im Boden auch während des Winters noch die gleiche war, ist anzunehmen, daß die Käfer beim Aufsuchen des Bodens sofort den Überwinterungsplatz auswählen und bei Eintreten kühleren Wetters nicht mehr in tiefere Bodenschichten wandern.

In den Jahren 1952 und 1953 wurde beobachtet, daß die Käfer in beiden Jahren die gleichen Winterquartiere aufsuchten, wenn der Boden noch die gleiche Struktur aufwies und die Pflanzendecke geeignet war. War die Bodenstruktur ungünstiger geworden, so wurde diese Stelle nicht wieder zur Überwinterung ausgewählt. Diese Feststellung machte ich an einer Stelle des Winterlagers Aschersleben, an der 1952 auf etwa 5 qm die oberste Bodenschicht bis zu 5 cm Tiefe abgetragen worden war. Obwohl im Laufe der Vegetationszeit 1953 an dieser Stelle wieder eine der Umgebung ähnliche Pflanzendecke gewachsen war, suchten die Käfer im Herbst 1953 diese Stelle nicht wieder auf. In der Umgebung fanden sich, wie im Vorjahr, überwinternde *Meligethes* in großen Mengen.

V. Die *Meligethes*-Arten als Rapsschädlinge

Wie bereits erwähnt, finden sich in der Literatur sehr unterschiedliche Angaben über die Art und den Umfang der *Meligethes*-Schäden an Raps. Im allgemeinen wird angenommen, daß diese nur durch *M. aeneus* hervorgerufen würden, nur BURKHARDT und v. LENGERKEN (1920), FRIEDERICHS (1921) und v. KIRCHNER (1923) bezeichnen *M. viridescens* als mitbeteiligt. Seit dem Erscheinen der ersten ausführlicheren Arbeit über die Biologie von *M. aeneus* im Jahre 1854 (HEEGER) wurden folgende Ansichten über die Schäden, die dieser Käfer an Raps verursacht, geäußert:

1. Für die Schäden an Raps sind im wesentlichen die Larven verantwortlich. Sie sollen alle Blütenteile angreifen und auch die Schoten nicht verschonen (KALTENBACH [1874] und LORENZ [1905]).
2. Der Schaden wird von den Käfern während der Blütezeit des Rapses durch Zerstörung der Staubgefäße und des Fruchtknotens angerichtet (NÖRDLINGER (1869) und FRANK (1896)).
3. *M. aeneus* ist ein ausgesprochener Knospenschädling. Die Pflanzen sind vor allem in der Zeit vor der Blüte gefährdet. Die Käfer müssen dann, da ihre Hauptnahrung aus Nektar und Pollen besteht, die Knospen annagen, um zu den Staubgefäßen zu gelangen. Hierbei werden vor allem die jungen Knospen völlig zerstört oder abgebissen, wodurch der Hauptschaden entsteht. Ältere Knospen werden auch befressen, die Käfer schonen hier aber in der Regel die Fruchtanlagen, so daß in diesem Falle kein nennenswerter Schaden entsteht. Die Larven werden für harmlos gehalten (BURKHARDT und v. LENGERKEN (1920), BLUNCK (1921a), BÖRNER und BLUNCK (1919a)).
4. Neben den Käfern als Knospenschädlinge kommt auch den Larven eine gewisse, wenn auch nicht zu überschätzende Bedeutung zu. Normalerweise ernähren sich die Larven von Pollen. Wenn sich jedoch gegen Ende der Blüte noch zahlreiche Larven auf der Pflanze befinden, dann wird die Nahrung sehr schnell knapp. Es werden dann auch andere Pflanzenteile, vor allem die obersten Stengelpartien, die jüngsten Blüten und die Schoten benagt. Als Folge hiervon beginnt die Spitze des Blütenstandes zu welken und sich zu neigen. Tritt diese Erscheinung nur vereinzelt im Bestande auf, dann dürfte kaum mit einer Ertragsminderung zu rechnen sein, wird jedoch der größte Teil der Pflanzen hiervon betroffen, so muß auch die Larve als Schädling bezeichnet werden (GALLUS [1866], FRIEDRICHS [1921], ZIMMERMANN [1919] und MAURER und MEUCHE [1940]).
5. WOLFF und KRAUSSE (1925) halten *M. aeneus* auf Raps für völlig ungefährlich. Für alle entstandenen Schäden machen sie den Kohlschotenrüßler *Ceuthorrhynchus assimilis* (Payk.) verantwortlich. Ihre Untersuchungen wurden in der Blütezeit durchgeführt. Daher ist ihnen der Knospenschaden entgangen. Im Folgenden wird hierauf nicht näher eingegangen werden.
6. Der Rapsglanzkäfer *M. aeneus* ist ein ausgesprochener Nützling, da der Pollen durch die Larven aufgeschlossen wird. Hierdurch ist erst eine ausreichende Befruchtung des Rapses gesichert. KALT (1918), der diese Angaben machte, revidierte seine Meinung zwei Jahre später.

Aus dieser Übersicht ist zu ersehen, daß die Beobachtungsergebnisse der einzelnen Autoren zum Teil recht erhebliche Unterschiede aufweisen. Auf Grund der Feststellungen über das Vorkommen verschiedener *Meligethes*-Arten auf Raps lag daher die Vermutung nahe, daß ihren Untersuchungen möglicherweise kein artenmäßig einheitliches Käferausgangsmaterial zugrunde gelegen hatte. Zur Klärung dieser Fragen wurden in den Jahren 1952–1954 im Rahmen der vorliegenden Arbeit entsprechende Versuche durchgeführt.

1. LABORVERSUCHE

Für diese Versuche wurden Hygrostaten in der bereits beschriebenen Form verwandt. Als Außenbedingungen wurde eine Temperatur von 20 bis –22° C und eine relative Luftfeuchtigkeit von > 95 % gewählt. An Käfermaterial standen von jeder der vier Arten 90 Exemplare zur Verfügung, von denen jeweils 30 unterschiedlich gefüttert wurden. Die Dauer der Versuche betrug 4 Wochen. Hierbei erhielten je 30 Käfer täglich einen Rapsknospenstand im Entwicklungsstadium 3, weitere 30 von jeder Art einen solchen im Stadium 4 (Blühbeginn) und den letzten 30 wurden nur Blüten vorgelegt. Die Knospenstände aus dem 3. Stadium enthielten zum größten Teil Knospen unter 2 mm Länge, im Stadium 4 dagegen waren alle Größen in fast gleicher Zahl vertreten. Bei dem täglichen Futterwechsel wurden der Knospenstand bzw. die Blüten des Vortages unter dem Binokular auf Fraß untersucht. Als Ergebnis der vierwöchigen Untersuchungen läßt sich über die entstandenen Fraßschäden folgendes sagen: Die größten Schäden wurden an den Knospenständen des Stadiums 3 festgestellt. Durchschnittlich wurden von 30 Käfern pro Knospenstand täglich 25–30 Knospen unter 2 mm Länge völlig zerstört, wobei eine Knospe dann als zerstört galt, wenn der Fruchtknoten entweder abgebissen oder so stark angefressen war, daß er sich nicht normal entwickeln konnte. Von den etwas größeren Knospen wurden täglich etwa 4 vernichtet, 11 leicht angefressen und durchschnittlich 2 zeigten leichten Schabefraß. Die Fraßintensität war bei den einzelnen Arten gleich. *M. viridescens* bevorzugte in geringem Maße die Knospen über 2 mm Länge. In diesem Stadium der Rapsknospen schaden daher die einzelnen Arten in gleicher Weise. In Fällen, in denen es zur Eiablage kam, fanden sich die Eier zum größten Teil in den Knospen über 2 mm Länge. Bei Eiablage in kleinere Knospen (bis zu 1,5 mm Länge) wurde durch das Anschneiden der Knospe meist der Knospenstiel stark in Mitleidenschaft gezogen, so daß die Knospe zum Absterben verurteilt war. Ähnliche Beobachtungen wurden von Blunck (1921 a) gemacht. Leider war eine Weiterbeobachtung der bereits befressenen Knospenstände nicht möglich, da diese bereits nach drei Tagen in Fäulnis übergingen. Bei den Knospenständen im Stadium 4 wurden ebenfalls von allen Arten die jungen Knospen stark befressen, sobald sich jedoch einige Blüten geöffnet hatten, konzentrierten sich die meisten Käfer auf diese, daneben hielt aber auch der Knospenfraß noch an, nur war jetzt die Zahl der zerstörten Kleinknospen nicht mehr so hoch wie im Knospenstadium 3. Durchschnittlich wurden hier etwa 8–12 Kleinknospen (unter 2 mm Länge) zerstört. Die Eiablage erfolgte jetzt nur noch in Knospen über 2 mm Länge. Beschädigungen des Fruchtknotens in den geöffneten Blüten konnten in keinem Falle beobachtet werden. Die Käfer ernähren sich, wie Darmuntersuchungen bewiesen, ausschließlich von Pollen. Die Käfer, die nur Blüten erhielten, fraßen nur an den Staubgefäßen. Andere Blütenorgane wurden

nicht angegriffen. Hierin zeigten die einzelnen Arten keine Unterschiede. Da den Käfern keine Knospen zur Verfügung standen, erfolgte die Eiablage frei in die Blüte. Diese Beobachtung konnte jedoch niemals im Freiland gemacht werden. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die hier untersuchten *Meligethes*-Arten als Imagines grundsätzlich im Knospenstadium des Rapses Schaden anrichten können. Sobald die Blütezeit beginnt, läßt der Schadfraß nach. In der Vollblüte und gegen Ende der Blüte, wenn keine Knospen mehr vorhanden sind, sind die Käfer ungefährlich. Eiablage in zu kleine Knospen (unter 2 mm Länge) kann zum Absterben der Knospe führen. Dies trifft für alle Arten zu.

Die Versuche über den eventuellen Schaden durch die Larven der einzelnen *Meligethes*-Arten sind schwierig durchzuführen, da die abgeschnittenen Knospen, in die die Eiablage erfolgt, innerhalb weniger Tage zu faulen beginnen bzw. Pilzbefall zeigen. Es wurden daher von jeder Art 50 Larven aller Stadien eingesetzt und diese nach zwei Tagen auf Fraßstellen hin untersucht. Hierbei konnte festgestellt werden, daß die Larven stets nur an den Staubgefäßen gefressen hatten. Der Fruchtknoten wurde in keinem Falle beschädigt. Ob eine derartige Beschädigung stattfindet, wenn die Larven längere Zeit in den Knospen fressen, konnte nicht beobachtet werden, da diese bereits am dritten Tage stark welkten (trotz einer relativen Luftfeuchtigkeit von $> 95\,\%$) bzw. zu faulen begannen, so daß die Larven die Knospen verließen.

2. FREILANDBEOBACHTUNGEN

Hierzu wurden auf dem Rapsfeld vor Beginn des Schossens der Pflanzen für jede der vier Arten Gazekäfige (1,20 m Höhe) aufgestellt, die etwa 15 Pflanzen überdeckten. Die einzelnen Arten wurden hierzu nicht am gleichen Tage in die Käfige eingesetzt, sondern jeweils beim Erscheinen der Hauptmasse der betreffenden Art aus dem Winterlager, da nur solche Tiere für diese Untersuchungen benutzt wurden, die gerade den Boden verlassen hatten. Der Entwicklungszustand der Rapspflanzen war daher beim Einsetzen der einzelnen Arten in die Käfige unterschiedlich. *M. aeneus* erreichte die Pflanzen noch im Stadium der Vegetationsruhe (Stadium 1), die übrigen drei Arten wurden bei Beginn der Blüte in die Zuchtkäfige gebracht. Im Verlaufe der Vegetationsperiode konnten über die Schäden, die durch die einzelnen Arten an den Rapspflanzen angerichtet wurden, folgende Beobachtungen gemacht werden:

M. aeneus verursachte starke Schäden durch Fraß an den jungen Knospen. Einige Pflanzen kamen am Mitteltrieb nicht mehr zur Blüte. Durch Eiablage in zu kleine Knospen entstanden ebenfalls Schäden. Diese Knospen vertrockneten und fielen später ab. Daß es sich hierbei nicht um solche handelte, deren Verwelken auf physiologische Ursachen zurückgeführt werden könnte (vgl. HÄRLE [1942]), wurde durch Untersuchungen unter dem Binokular festgestellt. Alle Knospen wiesen am Knospenstiel sehr starke Beschädigungen auf, wie sie auch in den Laborversuchen beobachtet wurden. Bei Blühbeginn sammelten sich die Käfer auf den geöffneten Blüten. Der Knospenfraß ließ von dieser Zeit an nach, wie Untersuchungen an den Knospen der Seitentriebe bestätigten. Völlig zerstörte Knospen fanden sich nur vereinzelt. Eiablage erfolgte, soweit dies unter Freilandverhältnissen feststellbar war, nur noch in Knospen über 2 mm Länge. Verkrümmte Schoten, die nach Ansicht von ter HAZEBORG, MAURER und MEUCHE (1940) durch stär-

keren Käferfraß an den Knospen und leichte Beschädigung des Fruchtknotens entstehen, wurden bei allen Arten beobachtet. Da hierdurch jedoch der Samenansatz nicht wesentlich beeinflußt wird und außerdem diese Schoten nur vereinzelt im Bestande auftreten, können sie zur Beurteilung des Schadens vernachlässigt werden. Larvenschäden entstanden nicht. Die Pflanzen blühten ab, ohne daß sich Larven in großer Zahl an den Triebspitzen sammelten. Bei den Pflanzen, die mit *M. viridescens, M. coracinus* und *M. picipes* besetzt waren, zeigten sich keine wesentlichen Schädigungen durch die Käfer. Ganz vereinzelt konnten völlig zerstörte Kleinknospen gefunden werden. Da zu der Zeit des Ansetzens der Käfer bereits einige Blüten aufgebrochen waren, fanden sie bereits genügend Pollennahrung vor. Eiablage in zu kleine Knospen ließ sich nicht nachweisen. Im Gegensatz zu *M. aeneus* zeigten die Larven ein anderes Verhalten. Gegen Ende der Blüte (Entwicklungsstadium 7 der Rapspflanzen) waren die Larven noch nicht verpuppungsreif. Sie sammelten sich an den Triebspitzen und befraßen hier neben den letzten Blüten auch die Blütenstiele und die jungen Schoten. Dies entspricht den Beobachtungsergebnissen von Gallus (1866), Friederichs (1921), Zimmermann (1919) und Maurer und Meuche (1940). Vereinzelt konnte auch das Verwelken der Triebspitze, wie es von Friederichs (1921) abgebildet wird, festgestellt werden.

Zur Ergänzung dieser Versuche wurden in den Jahren 1953 und 1954 an Raps von Blühbeginn an laufend Larvenfänge durchgeführt. Sobald die ersten Larven des III. Stadiums gefunden wurden, brachte ich diese in mit Erde gefüllte Glasschalen, die durch einen Gazedeckel verschlossen waren. Befanden sich unter den eingebrachten Larven bereits solche, die verpuppungsreif waren, dann verkrochen sie sich sehr bald in den Boden. Dieser wurde mäßig feucht gehalten und bei 20° C aufgestellt. Nach dem Schlüpfen der Jungkäfer konnte die Artzugehörigkeit der zu den einzelnen Zeiten gefundenen Larven ermittelt werden. Es zeigte sich, daß in beiden Jahren zu Beginn der Blüte und in der Vollblüte des Rapses die Mehrzahl der verpuppungsreifen Larven *aeneus*-Larven waren. Nur ganz vereinzelt konnten solche von *M. coracinus* und *M. picipes* ermittelt werden. Gegen Ende der Blüte fanden sich neben Larven von *M. aeneus* zu etwa 30% *viridescens*-Larven. Der Larvenanteil von *M. coracinus* und *M. picipes* betrug zu dieser Zeit durchschnittlich 10%.

Zusammenfassend kann auf Grund der Laborversuche und der Freilandbeobachtungen über das Auftreten der einzelnen *Meligethes*-Arten als Rapsschädlinge folgendes gesagt werden:

Die Imagines der einzelnen Arten können, wenn sie die Rapspflanzen im Knospenstadium befallen, empfindlichen Schaden durch Zerstören der jungen Knospen anrichten. Auch durch die Eiablage können Knospenschäden entstehen. Sobald die ersten Blüten aufbrechen, läßt der Schadfraß an Knospen nach. Die Käfer ernähren sich dann im wesentlichen von Pollen der Blüten. Unter Freilandverhältnissen traten *M. viridescens, M. coracinus* und *M. picipes* erst während der Blütezeit auf. Sie kamen daher in den Beobachtungsjahren (1953–1954) als Rapsschädlinge nicht mehr in Frage. Nur *M. aeneus* wurde durch Knospenfraß schädlich. Bei den gegen Ende der Blüte vorhandenen Larven handelte es sich zu einem großen Teil um *viridescens*-, *coracinus*- und *picipes*-Larven. Da jedoch die Schoten und die Blüten, die sich bei Ende der Blüte noch an der Triebspitze befinden und die durch den Larvenfraß beschädigt werden, kaum eine Bedeutung für den Ertrag be-

sitzen, wie dies neuerdings auch von FRIEDERICHS (1954) angegeben wird, dürften die Larven der vier besprochenen *Meligethes*-Arten als ungefährlich für den Raps gelten.

Anders liegen die Verhältnisse bei Sommerraps, Sommerrübsen und Senf. Nach FRIEDERICHS (1921) und BÖRNER und BLUNCK (1919 a) leidet der Senf (*Sinapis alba* L.) kaum unter Glanzkäferfraß, obwohl er im Knospenstadium fast jedes Jahr stark befallen wird. Diese Beobachtung konnte ich bestätigen. Nach BÖRNER und BLUNCK (1919 a) liegt dies daran, daß der Hauptflug der Käfer im kritischen Stadium der Senfpflanzen bereits abgeschlossen ist. FRIEDERICHS (1921) glaubt, daß noch andere Gründe mitspielen, da er zwischen fast unbeschädigten Senfpflanzen vereinzelte Hederichpflanzen fand, die sehr starke Schäden aufwiesen. Auch bei meinen Untersuchungen (1952–1954) machte ich ähnliche Feststellungen. Die Senfpflanzen waren vom Knospenstadium bis zum Ende der Blüte in allen drei Jahren stark befallen. Trotzdem zeigten sie normalen Fruchtansatz. Knospenzerstörungen, wie sie vom Raps her bekannt sind, ließen sich nur ganz vereinzelt nachweisen. Zur Klärung dieser Frage führte ich 1954 Laborversuche durch. Hierbei wurden Käfer der vier Arten ausschließlich mit Senfknospenständen aus den Stadien 2 und 3 gefüttert. Die Haltung der Käfer erfolgte in Hygrostaten bei 20° C und > 95 % relativer Luftfeuchtigkeit. Von den Knospen wurden alle Größenklassen sehr stark befressen. Eine Beschädigung des Fruchtknotens, wie dies bei Raps beobachtet wurde, kam allerdings nur ganz selten vor. Ich führe diesen Unterschied auf die morphologische Beschaffenheit der Senfknospen zurück. Während bei Raps Kelchblätter, Staubgefäße und Fruchtknoten sehr eng aneinanderliegen, solange die Knospen noch eine Länge unter etwa 3 mm besitzen, sind die Senfknospen in diesem Stadium etwas anders gestaltet. Die Kelchblätter liegen den Staubgefäßen nicht eng an, diese wiederum stehen lockerer als bei den Rapsknospen um den Fruchtknoten herum. Dadurch können die Käfer beim Annagen der Knospen viel müheloser die Staubgefäße zum Fraß auswählen, als es ihnen beim Raps möglich ist. Inwieweit noch andere Faktoren hierbei ausschlaggebend sind, konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht geklärt werden. Bei Sommerraps und Sommerrübsen wurden in den drei Beobachtungsjahren sehr starke Glanzkäferschäden festgestellt. Die Pflanzen befanden sich am Ende der Winterrapsblüte gerade erst im Stadium des Schossens (Stadium 2). Einige Pflanzen waren bereits etwas weiter entwickelt. Sie zeigten sämtlich starken Käferbesatz. Im wesentlichen waren hier *M. viridescens*, *M. coracinus* und *M. picipes* vertreten. *M. aeneus* fand sich nur in geringeren Prozentsätzen. Als Beispiel seien die Fänge an Sommerraps und Sommerrübsen aus dem Jahr 1953 angeführt. Sie finden sich in Tab. 15.

Tabelle 15. Auftreten der verschiedenen *Meligethes*-Arten an Sommerraps und Sommerrübsen im Jahre 1953 in Aschersleben (Klopffänge an 90 Pflanzen)

Datum und Entwicklungsstadium der Pflanzen	*aeneus*	*viridescens*	*coracinus*	*picipes*
9. 6. 53 Stadium 2—3	51	67	19	14
13. 6. 53 Stadium 3—4	25	113	21	16
27. 6. 53 Stadium 5—6	145 nur Jungkäfer	35	6	10

Bei den Fängen an Ackersenf in Aschersleben, Zellewitz und Halle ergab sich das gleiche Bild, ebenso bei gelegentlichen Fängen zu dieser Zeit an Hederich, die in Mecklenburg durchgeführt wurden. Hieraus ist zu ersehen, daß es sich bei den nach Beendigung der Winterrapsblüte an Senf, Ackersenf, Hederich, Sommerraps und Sommerrübsen auftretenden *Meligethes*-Arten nur zu einem geringen Teil um *M. aeneus* handelt bzw. daß in dieser Zeit die übrigen Arten überwiegen, was auch bei Vergleich mit dem Verlassen der Winterquartiere verständlich wird. Gegen Ende Juni treten allerdings die Jungkäfer von *M. aeneus* in großen Mengen auf, während dann das natürliche Absterben der übrigen Arten einsetzt. Wie Larvenfänge beweisen, handelt es sich auf den Sommerölfrüchten aus der Gattung der Cruciferen vor allem um Larven von *M. viridescens, M. coracinus* und *M. picipes*. Larvenschäden konnten allerdings in keinem Falle beobachtet werden. Da die Eiablage dieser Arten rechtzeitig erfolgen konnte, ließ sich auch das Annagen der Spitzentriebe dieser Pflanzen durch die Larven nicht feststellen. Das verstärkte Auftreten von *M. viridescens* auf Hederich beobachtete bereits Blunck (1919b); er nannte diese *Meligethes*-Art „Hederichglanzkäfer". Hiergegen ist einzuwenden, daß diese Bezeichnung auch *M. coracinus* und *M. picipes* verdienen würden. Diese Arten legen noch bis in den Juli hinein ihre Eier ab, wie durch Larvenzuchten nachgewiesen werden konnte. Nur ganz vereinzelt fanden sich einige *aeneus*-Larven bis Ende Juni auf den Pflanzen. Das Auftreten einer zweiten Generation wurde bei keiner Art beobachtet. Damit werden die Angaben von Scherney (1953) bestätigt.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß *M. viridescens, M. coracinus* und *M. picipes* in den Jahren 1953 und 1954 als Schädlinge des Winterrapses kaum in Frage kamen, dagegen müssen sie auf Sommerraps und Sommerrübsen zu den wirtschaftlich wichtigsten Schädlingen gerechnet werden.

Das Ausmaß der Schäden durch *M. aeneus* am Winterraps ist nach den Untersuchungen von Burkhardt und v. Lengerken (1920), Friederichs (1921), Blunck (1921a), Börner und Blunck (1919a) und Kaufmann (1942a, 1942b) von verschiedenen Faktoren abhängig. Nolte (1954) hat diese wie folgt zusammengefaßt:

Das Schadausmaß wird bestimmt durch:

1. Die Zahl der vorhandenen Käfer,
2. das zeitliche Auftreten der Käfer auf den Rapspflanzen,
3. den Ernährungs- und Entwicklungsstand der Pflanze,
4. die Witterung.

Es kann zusammenfassend über das Auftreten und die Bedeutung der Glanzkäferarten *M. aeneus, M. viridescens, M. coracinus* und *M. picipes* auf Grund der durchgeführten Labor- und Freilandbeobachtungen sowie unter Auswertung der gesamten Literatur über die Glanzkäferschäden an Raps folgendes gesagt werden: Der Winterraps leidet unter den Angriffen der Imagines der *Meligethes*-Arten vor allem im frühen Knospenstadium. In dieser Zeit ist *M. aeneus* der Hauptschädling, da die übrigen Arten im allgemeinen erst bei Beginn der Blütezeit auf den Rapsbeständen erscheinen. Sie sammeln sich dann vor allem auf den bereits geöffneten Blüten und ernähren sich durch Pollenfraß. Die Fruchtorgane werden in diesem Entwicklungsstadium fast nicht mehr beschädigt. Der Knospenschaden ist um so größer,

je stärker das Käferauftreten ist und je länger sich die Pflanzen im frühen Knospenstadium (Stadium 2–3) befinden. Letzteres ist vor allem dann der Fall, wenn durch ungünstige Witterung die Entwicklung der Pflanzen gehemmt wird, oder wenn die Pflanzen sich in einem schlechten Ernährungszustand befinden. Auch die Bodenverhältnisse sind hierbei von Bedeutung. Späte Aussaat im Herbst wirkt sich ebenfalls ungünstig aus, ja es ist sogar möglich, daß diese Pflanzen das kritische Stadium selbst bei Erscheinen der Hauptmasse von *M. viridescens, M. coracinus* und *M. picipes* noch nicht überwunden haben. Hier werden dann auch diese Arten zu Schädlingen. Im Gegensatz hierzu ist bei günstiger Witterung und gutem Entwicklungszustand der Rapsbestände auch bei frühzeitigem Befall durch die Käfer kaum mit ernsthaften Schäden zu rechnen, da die Pflanzen sehr schnell zum Blühen kommen und dadurch den Angriffen der Käfer entwachsen. Die Larven aller Arten können als ungefährlich bezeichnet werden. Die Schäden, die gegen Ende der Blüte durch die sich an der Triebspitze ansammelnden Larven hervorgerufen werden, sind kaum von Bedeutung für den Ertrag, da die Blüten und Schoten, die sich zu dieser Zeit an der Triebspitze befinden, nicht mehr ausreifen.

Auf Sommerraps und Sommerrübsen werden vor allem *M. viridescens, M. coracinus* und *M. picipes* durch Knospenfraß schädlich, da sich diese Kulturen bei Erscheinen der Käfer meist im kritischen Wachstumsstadium befinden. Daneben hat auch *M. aeneus* eine gewisse Bedeutung als Schädling. Larvenschäden treten nicht auf. Der starke Befall der genannten Sommerölfrüchte durch *M. viridescens* verdient insofern Beachtung, als es sich bei Untersuchungen über die Insektizidempfindlichkeit der einzelnen Arten herausgestellt hat, daß *M. viridescens* gegenüber DDT-Mitteln widerstandsfähiger ist als die übrigen Arten. Hierüber soll an anderer Stelle berichtet werden. Auf diese unterschiedliche DDT-Empfindlichkeit sind, vorschriftsmäßige Durchführung der Bekämpfung vorausgesetzt, möglicherweise die Klagen der Praxis über Versagen des DDT-Mittels „GESAROL" zurückzuführen. In diesen Fällen bestand wahrscheinlich der größte Teil der aufgetretenen *Meligethes*-Arten aus *M. viridescens*.

VI. Prognose

Um Schäden an Raps und Rübsen durch die Vertreter der Gattung *Meligethes* verhindern zu können, ist es notwendig, das Erstauftreten der Käfer auf den Beständen festzustellen. Es ist hiermit zu rechnen, sobald die Temperaturmaxima der Luft im Frühjahr auf 15° C ansteigen. *M. viridescens, M. coracinus* und *M. picipes* treten in größeren Mengen erst bei Temperaturen von 20° C auf. Zur Ermittlung der Zuwanderung der Käfer zu den Beständen eignen sich für die Verhältnisse der Praxis Gelbschalen nach MOERICKE (1951), die auf den Rapsfeldern ausgestellt werden. Das Absammeln der Käfer von den Pflanzen, welches hierfür ebenfalls brauchbar ist, muß für Prognosezwecke als zu umständlich bezeichnet werden.

Bekämpfungsmaßnahmen sind immer sofort nach Beobachtung des Erstauftretens einzuleiten, wenn sich die Pflanzen zu dieser Zeit noch im frühen Knospenstadium befinden. Sind die Rapsbestände in einem schlechten Entwicklungszustand und verzögert ungünstige Witterung das Wachstum, dann ist die Gefahr besonders groß. In dieser Zeit genügen schon 1–2 Käfer pro Knospenstand, um empfindliche Knospenschäden hervorzurufen, wie auf

Grund von Laborversuchen bewiesen werden konnte. Hierbei wurden jeweils 20 Knospenstände aus dem Entwicklungsstadium 2 mit je 1, 2, 3 und 5 Käfern in Hygrostaten bei 20° C und > 95 % relativer Luftfeuchtigkeit besetzt. Die Knospen wurden täglich gewechselt und unter dem Binokular auf Fraßschädigungen kontrolliert. Dabei zeigte sich in den drei Wochen laufenden Versuchen, daß von den Knospen, an die nur 1 Käfer gesetzt wurde, täglich durchschnittlich 4–6 Knospen (0,5–1,5 mm Länge) völlig zerstört wurden. Wie Kleine (1920) beobachtet hat, verbleiben unter Freilandbedingungen die Käfer bei kühler Witterung auf den Knospen, die meist noch von Laubblättern umhüllt sind und somit ein gutes Versteck darstellen, und fressen dort ungestört weiter. Unter diesen Umständen kann schon 1 Käfer beträchtlichen Schaden anrichten. Sind die Pflanzen frohwüchsig und begünstigt die Witterung ihre Entwicklung, dann entwachsen sie sehr schnell den Käfern. Kann unter solchen Umständen eine Bekämpfung bei Erscheinen der Schädlinge nicht durchgeführt werden, dann besteht noch keine ernsthafte Gefahr für den Ertrag. Da jedoch fast immer mit einer großen Zahl von zufliegenden Käfern gerechnet werden muß, darf der Zeitpunkt der Bekämpfung nicht zu weit hinausgeschoben werden. Es lassen sich auch bei der Rapsglanzkäferbekämpfung keine allgemeingültigen Angaben über den Zeitpunkt und die Notwendigkeit einer Bekämpfung machen. Diese Entscheidung muß jeweils an Ort und Stelle getroffen werden, wobei die hier angeführten Gesichtspunkte zu berücksichtigen sind. Anweisungen für die Praxis für den Beginn der Bekämpfungsmaßnahmen gegen diese Schädlinge unter Hinweis auf eine kritische Befallszahl halte ich für gewagt.

Zusammenfassung

1. Bei den an Raps auftretenden *Meligethes*-Arten handelt es sich nicht nur um den eigentlichen Rapsglanzkäfer *Meligethes aeneus* Fabr., sondern es kommen daneben auch noch andere Arten dieser Käfergattung in mehr oder weniger großer Zahl vor. Von ihnen besitzen *M. viridescens* Fabr. und *M. coracinus* Strm. im gesamten deutschen Anbaugebiet und *M. picipes* Strm. in Nord- und Mitteldeutschland eine Bedeutung als Rapsschädlinge. Die übrigen an Raps beobachteten *Meligethes*-Arten müssen als Gelegenheitsgäste betrachtet werden.

2. Die Überwinterung der Käfer erfolgt in mäßig feuchtem, gut durchlüftetem Boden, der eine lockere, nicht verfilzte Pflanzendecke trägt. Bevorzugt werden Waldränder der Pflanzenassoziation *Quercetum carpinetum*.

3. Das Verlassen der Winterlager ist abhängig von der Bodentemperatur, der Bodenfeuchtigkeit und dem CO_2-Gehalt des Bodens. Als erste Art erscheint im Frühjahr *M. aeneus*, als letzte *M. viridescens*. Die Weibchen verlassen den Boden mit unentwickelten Gonaden.

4. Die Zuwanderung zu den Rapsbeständen ist witterungsabhängig. *M. aeneus* geht bei Temperaturen von 15° C, die übrigen Arten in größerer Zahl erst bei Temperaturen von 20° C zu Fernflügen über.

5. Der Reifefraß der Weibchen kann auf Frühlingsblüten oder auf den Rapsbeständen durchgeführt werden. Entscheidend hierfür sind die Witterungsverhältnisse. Je weiter die Rapsbestände vom Winterlager entfernt sind, um so später werden sie im Frühjahr besiedelt.

6. Zur Feststellung des zeitlichen und zahlenmäßigen Auftretens der einzelnen Arten auf den Rapsbeständen sind Klopffänge nach H.-J. MÜLLER (1941) oder Gelbschalen nach MOERICKE (1951) geeignet. Als erste Art erscheint *M. aeneus* auf den Rapsfeldern. Die Hauptmasse von *M. viridescens*, *M. coracinus* und *M. picipes* fliegt erst später zu.

7. Über Eireife, Eiablage und Larvenentwicklung wurden eingehende Untersuchungen durchgeführt. Als optimale Lebensbedingungen konnten Temperaturen von 20–27° C und eine relative Luftfeuchtigkeit von >95% ermittelt werden.

8. Auf Sommerraps, Sommerrübsen, Ackersenf und Hederich treten vor allem *M. viridescens*, *M. coracinus* und *M. picipes* auf.

9. Die hier untersuchten Arten sind als ausgesprochene Knospenschädlinge zu bezeichnen. Die größten Schäden entstehen während des frühen Knospenstadiums. Das Schadausmaß ist abhängig von der Witterung, dem zahlenmäßigen und zeitlichen Auftreten der Käfer und dem Ernährungs- und Entwicklungszustand der Pflanzen. Die Larven rufen keine wirtschaftlichen Schäden hervor.

Summary

1. In addition to the true "rape-seed beetle", *Meligethes aeneus* F., other species of the genus occur on rape in greater or lesser numbers. Of these, *M. viridescens* and *M. coracinus* Strm. are pests in all German rape growing areas and *M. picipes* Strm. is important in northern and central Germany. The remainine species observed on rape must be regarded as adventitious visitors.

2. The beetles overwinter in moderately damp, well ventilated soil which has a non-matted plant cover. Wood margins of the quercetocarpinetum associations are preferred.

3. Emergence from hibernation depends on the temperature, moistrure content and CO_2 content of the soil. The first species to appear is *M. aeneus*, the last *M. viridescens*. The females leave the soil with undeveloped gonads.

4. Migration to the rape fields depends on the weather. *M. aeneus* flies long distances at 15° C and above the others in large numbers only at 20° C or more.

5. Feeding by the females to enable them to reach maturity can take place on spring flowers or in the rape fields, depending on the weather. The further the rape fields from the winter quarters, the later they are colonized in the spring.

6. Beating traps (H. J. MÜLLER, 1941) or yellow dishes (MOERICKE, 1951) were used to find out the time and extent of the occurrences. *M. aeneus* is the first to appear. The majority of *M. viridescens*, *M. coracinus* and *M. picipes* do not arrive until later.

7. Egg development, oviposition and larval development were studied. Temperatures of 20—27° C and relative humidities of >95% give optimum living conditions.

8. On spring-rape, charlock and hedge mustard, there occur mainly *M. viridescens*, *M. coracinus* and *M. picipes*.

9. The species studied must be considered as definite bud pests. The greatest damage occurs in the early bud stages. The extent of the damage depends on the weather, the time and severity of the attack and the nutritional and developmental state of the plants. The larvae cause no economic damage.

Literaturverzeichnis

Andersen, K. T., (1933) Der Einfluß der Umweltbedingungen (Temperatur und Ernährung) auf die Eierzeugung und die Lebensdauer eines Insekts (*Sitona lineata* L.) mit postmetaboler Eientwicklung und langer Legezeit. Z. angew. Entomol. **20**, 85—116.

Baunacke, W., (1924) Die Rapsglanzkäfer und ihre Bekämpfung. Die kranke Pflanze **1**, 64—67.

Blunck, H., (1921a) Der Rapsglanzkäfer 1920. Arb. BRA **10**, 421—433.

Blunck, H., (1921b) Hederich- und Rapsglanzkäfer (*M. aeneus* F. und *M. viridescens* F.). Mitt. BRA Heft 21, 187—189.

Blunck, H., (1941) Krankheiten und Schädlinge von Raps und Rübsen. Forschungsdienst **14**, 193—232.

Börner, C. und Blunck, H., (1919a) Zur Lebensgeschichte des Rapsglanzkäfers. Mitt. BRA Heft **18**, 91—109.

Börner, C. und Blunck, H., (1919b) Zur Lebensgeschichte und Bekämpfung des Rapsglanzkäfers und der Raps- und Kohlerdflöhe. III. Landw. Ztg. **39**, 260—261.

Bollow, H., (1950) Vorkommen verschiedener *Meligethes*-Arten an Raps in Bayern. Z. Pflzbau Pflzschutz. **2**, 86—93.

Burkhardt, F. und Lengerken, H. v., (1920) Beiträge zur Biologie des Rapsglanzkäfers. Z. angew. Entomol. **6**, 270—295.

Ext, W., (1920) Beiträge zur Kenntnis des Rapsglanzkäfers *M. aeneus* F. Archiv Naturgeschichte **9**, 22—61.

Faber, F., Fischer, G. und Kalt, B., (1920) Die biologische Bedeutung des Rapsglanzkäfers. Landw. Jb. **54**, 681—700.

Frank, A. B., (1896) Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau, Bd. **3**, 2. Aufl., 283—284.

Friedel, H., (1928) Ökologische und physiologische Untersuchungen an *Scutigesella immaculata* (NEWP.). Z-Morphol. Ökol. Tiere **10**, 738—797.

Friederichs, K., (1921) Untersuchungen über den Rapsglanzkäfer in Mecklenburg. Z. angew. Entomol. **7**, 1—36.

Friederichs, K., (1954) *Nitidulidae*, in Sorauer, Handbuch Pflzkrankh. **5**, 2. Teil, 5. Aufl., Paul Parey, Berlin und Hamburg, 91—96.

Fritzsche, R., (1954) Beiträge zur Morphologie und Ökologie der Rapsschädlinge aus der Gattung *Meligethes*. Dissertation Halle 1954.

Gallus, (1866) Zur Naturgeschichte des Rapsglanzkäfers *M. aeneus* F. Ann. Landw. **6**, 48 u. 56.

Ganglbauer, L., (1899) Die Käfer von Mitteleuropa. **3**, 492, Wien.

Härle, A., (1941) Über die Bedingungen des Blüten- und Fruchtansatzes bei Raps. Mitt. BRA Heft 65, 77—78.

Härle, A., (1942) Frage des Physiologischen Knospenabfalls. Angew. Bot. **24**, 334—352.

ter Hazeborg, A., Maurer, M. und Meuche, A., (1940) Entstehung gekrümmter Schoten bei Raps und Rübsen durch Rapsglanzkäferfraß. Z. Pflzkrankh. **50**, 552—555.

Heeger, E., (1854) Beiträge zur Naturgeschichte der Insekten. 13. Forts.: *M. aeneus* Fabr. Sitzungsber. mathem.-naturw. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien **14**, 278—281.

Hueck, K., (1936) Pflanzengeographie Deutschlands. Berlin, Bd. **1**.

Janisch, E., (1923) Zur Bekämpfungsbiologie des Brotkäfers *Sitodrepa panicea* L. Arb. BRA **12**, 243—284.

Janisch, E., (1925a) Die Temperaturabhängigkeit von Insekten. Pflügers Archiv **209**, 414—436.

Janisch, E., (1925b) Über die experimentelle Beeinflussung der Lebensdauer und des Alterns schädlicher Insekten. Arb. BRA **13**, 173—196.

Kalt, B., (1918) Einige Erfahrungen im Kampf gegen tierische Schädlinge unserer Kulturpflanzen. Kühn-Archiv **7**, 212—216.

Kaltenbach, J. H., (1874) Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten. Stuttgart, 848.

KAUFMANN, O., (1925) Beobachtungen und Versuche zur Frage der Überwinterung und Parasitierung von Ölfruchtschädlingen. Arb. BRA **12**, 109—169.
KAUFMANN, O., (1942a) Die Gesunderhaltung der Rapspflanze als Mittel zur Vermeidung starker Rapsglanzkäferschäden. Mitt. BRA Heft 64, 3—36.
KAUFMANN, O., (1942b) Über die Reaktion der schossenden Rapspflanze auf Rapsglanzkäferbefall. Z. Pflzkrankh. **52**, 486—509.
KIRCHNER, O. v., (1923) Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Stuttgart, 241 u. 301—302.
KLEINE, R., (1920) Der Rapsglanzkäfer und die landwirtschaftliche Praxis. Z. wiss. Insektenbiol. **45**, 90—100.
KOSAROFF, P., (1907) Beitrag zur Biologie von *Pyronema confluens* Tul. Gleichzeitig ein Beitrag zur Kenntnis der durch Sterilisation herbeigeführten Veränderungen des Bodens. Arb. BRA **5**, 126—138.
KUHNT, P., (1913) Illustrierte Bestimmungstabellen der Käfer Deutschlands. Stuttgart, 490.
LEIPZIGER, (1918) Der Glanzkäferbefall in seiner Beziehung zur Sortenfrage. Z. Landw. Prov. Schlesien **34**, 560—561.
LOHRENZ, K., (1905) Nützliche und schädliche Insekten in Garten und Feld. Halle, 56.
MAURER, H. und MEUCHE, A., (1940) Schadfraß von Rapsglanzkäferlarven an Raps. Z. Pflzkrankh. **50**, 500—507.
MÖLLER, L., (1862) Fauna Mulhusana. Coleopt. Z. ges. Naturwiss. **20**, 121.
MOERICKE, V., (1951) Eine Farbfalle zur Kontrolle des Fluges von Blattläusen, insbesondere der Pfirsichblattlaus *M. persicae* Sulz. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflzschutzd. (Braunschweig) **3**, 23—24.
MOERICKE, V., (1952) Farben als Landereize für geflügelte Blattläuse *(Aphidoidea)*. Z. Naturforschg. 7, 304—309.
MÜLLER, H. J., (1941) Beiträge zur Biologie des Rapsglanzkäfers (*M. aeneus* Fabr.). Z. Pflzkrankh. **51**, 385—435 u. 529—595.
NÖRDLINGER, H., (1869) Kleine Feinde der Landwirtschaft. Stuttgart, 2. Aufl. 108—112.
NOLTE, H.-W., (1954) Käfer bedrohen den Raps. Wittenberg.
NOLTE, H.-W., und FRITZSCHE, R., (1952) Untersuchungen über das Vorkommen verschiedener *Meligethes*-Arten auf Raps. Beitr. Entomol. **2**, 434—448.
ORMEROD, E., (1874) Life history of *Meligethes*. Entomol. monthly mag. **11**, 46—52.
OSTWALD, W., (1923) Physikalische Farbenlehre. Leipzig.
OSTWALD, W., (1930) Die Farbenfibel. Leipzig.
PYATNITZKII, G. K., (1940) Agrotechnical method of controlling the beet weevil. In KUGLAGIN, N. u. PYATNITZKII, G. K., The beet weevil and its control. Akad. s. kh. Nauk Lenina, Moskau, 38—44. (Russisch.)
REITTER, E., (1911) Fauna Germanica. Käfer, Bd. **3**, Stuttgart, 17—21.
REITTER, E., (1919) Best. f. Tab. europ. Coleopt. 86. *Nitidulidae*. Verh. Naturf. Verein Brünn **56**.
SCHERNEY, F., (1933) Zur Biologie der an Raps vorkommenden *Meligethes-Arten*. Z. Pflzbau u. Pflzschutz **4**, 154—176.
SCHUCH, K., (1938) Über den Einfluß der Feuchtigkeit auf das Eistadium des Maikäfers (*Melolontha melolontha* L.). Arb. physiol. angew. Entomol. **5**, 220—225.
STOKLASA, J., (1924) Methoden zur biochemischen Untersuchung des Bodens. Handb. biol. Arbeitsmethoden. Abt. **11**, Teil 3, Heft 1, Lfg. 145.
TIELECKE, H., (1952) Biologie. Epidemiologie und Bekämpfung des Rübenderbrüßlers (*Bothynoderes punctiventris* Germ.). Beitr. Entomol. **2**, 256—315.
WASMANN, E., (1926) Versuche über den Farbensinn des Rapsglanzkäfers. Z. wiss. Insektenbiol. **21**, 147.
WEISS, H. A. v., (1940) Beiträge zur Biologie und Bekämpfung wichtiger Ölfruchtschädlinge. Monogr. angew. Entomol. **14**, 37—126.
WIESSMANN, H. und NEHRING, K., (1951) Agrikulturchemisches Praktikum. Berlin, 180—232.
WOLFF, M. und KRAUSSE, A., (1925) Beiträge zur Kenntnis der Biologie von Ölfruchtschädlingen. Archiv Naturgesch. Abt. A. **91**, 1—45.
ZIMMERMANN, H., (1919) Schädlinge der Ölfrüchte. Ill. landw. Ztg. **34**, 153—154.
ZWÖLFER, W., (1932) Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Z. angew. Entomol. **19**, 497—512.

Verschiedenes

IV. Internationaler Pflanzenschutz-Kongreß 1957

Vor kurzem ist die zweite Information über den in der Zeit vom 8. bis 15. September 1957 in Hamburg stattfindenden IV. Internationalen Pflanzenschutz-Kongreß versandt worden. Sie enthält ein ausführliches Verzeichnis der zu behandelnden Themen. Es sind Vorträge aus dem Gesamtgebiet der Phytopathologie und des Pflanzenschutzes vorgesehen, die einen Überblick über die Fortschritte der letzten fünf Jahre vermitteln und sich auf folgende Sachgruppen verteilen sollen:

Grundlagenforschung (allgemeine und spezielle Phytopathologie);
Phytotherapie (Krankheits- und Schädlingsbekämpfung);
Vorratsschutz;
Pflanzenschutztechnik (Gerätekunde);
Pflanzenbeschau (Quarantänemaßnahmen);
Organisation des Pflanzenschutzes und gesetzliche Regelungen.

Interessenten, die die Kongreß-Informationen noch nicht erhalten haben, werden gebeten, ihre Anschrift dem Kongreßbüro umgehend mitzuteilen.

Für die auf dem Kongreß zu haltenden Vorträge ist eine Redezeit von höchstens 20 Minuten vorgesehen. Es wird gebeten, derartige Vorträge möglichst umgehend, spätestens bis zum 1. April 1957, beim Kongreßbüro anzumelden und eine Kurzfassung des Inhaltes im Umfang von einer Schreibmaschinenseite beizufügen. Als Lichtbilder sind nur Diapositive im Format 5×5 cm zugelassen. Episkopische Projektion ist nicht möglich.

Anmeldungen zur Teilnahme, Anmeldungen von Vorträgen, Anforderungen von Informationen sowie Anfragen aller Art, bitten wir zu richten an das

Kongreßbüro: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Braunschweig, Messeweg 11/12

Die Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie wird — entsprechend einem Beschluß auf der letzten Tagung — am 24. und 25. Oktober 1957 eine Vortragstagung in Göttingen veranstalten. Für den 26. und 27. Oktober sind Besichtigungen und Exkursionen vorgesehen.

Anmeldungen für Vorträge, deren Dauer 20 Minuten nicht übersteigen soll, werden bis zum 10. August 1957 an den Schriftführer der Gesellschaft, ORR. Dr. habil Günther Becker, Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin-Dahlem, Unter den Eichen 87, erbeten.

Referate

Beier, M. Feldheuschrecken (Die neue Brehm-Bücherei Nr. 179). 48 S., 40 Abb., A. Ziemsen Verlag Wittenberg 1956. Preis geb. DM 3,—.

Der durch seine Orthopteren-Bearbeitungen in Bronn's „Klassen und Ordnungen" und in Schulze's „Biologie der Tiere Deutschlands" bekannte Verfasser gibt im vorliegenden Heft einen kurzen, gemeinverständlich gehaltenen Überblick der Bionomie und Systematik der *Acrididae*. In rund 8000 bekannt gewordenen Arten, weltweit, vorwiegend aber in Tropen und Subtropen verbreitet, stellen hier einige von ihnen, die Wanderheuschrecken, den Vertreter der angewandten Entomologie bekanntlich vor wirtschaftlich sehr bedeutende Aufgaben. Für ihn ist die allgemeine Übersicht über die Verteilung der

Arten auf verschiedene Lebensräume, über Lebensweise und Tracht mit ihrer Fülle interessanter Anpassungen, über Lautäußerungen, Verhalten, Fortpflanzung, Entwicklung, Feinde usw. von besonderem Wert als Ergänzung zu den bionomischen Daten der schädlichen Formen, die im vorliegenden Heft nur am Rande gestreift sind. Ein Verzeichnis des wichtigsten einschlägigen Schrifttums ist dankenswerterweise dem Heft beigegeben. - Z.

Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin Pflanzenschutzkongreß Berlin 1955, Kongreßbericht. 256 S., mit zahlreichen Abb., Dt. Akad. d. Landw. Berlin 1956.

Es lag in der Absicht dieses Pflanzenschutzkongresses, der vom 11. bis 16. Juli 1955 in Berlin stattfand, die Notwendigkeit einer internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Phytopathologie und der angewandten Entomologie zum Ausdruck zu bringen. Diesem Ziel diente eine Reihe wissenschaftlich sehr beachtlicher Vorträge namhafter Forscher, die eine Reihe von Grundfragen beider Disziplinen zum Gegenstand hatten. Sie stellen die Problematik der behandelten Themen gut heraus und tragen zu ihrem vertieften Verständnis wesentlich bei, ohne — wie das in der Natur der Sache liegt — endgültige Antworten geben zu wollen. Zur Diskussion standen Fragen der phytosanitären Lage in der DDR (Hey), der Krankheitsbegriff in der Phytopathologie (Staar), Zönologie und angewandte Entomologie (Jermy), pflanzliche Virusforschung in der Tschechoslowakei (Blattny), Viruskrankheiten der Kulturpflanzen in Bulgarien (Kovachevsky), Diagnostik der Kartoffelvirosen (Mühle), Virusdiagnostik an Kartoffelknollen (Schuster), Kartoffelkäferresistenzzüchtung (Buhr), Komplexbildung schädlicher Insekten (Ghilarov), Bodenbehandlung mit Hexapräparaten und ihre Wirkung auf Stengel- und Blattschädlinge (Nolte), Probleme der Mehltauforschung (Blumer), Steinbrand des Weizens (Savulescu), Reisbräune in Ungarn (Podhradszky), Herbizidforschung (Rademacher), Antibiotika (Klinkowski), Pflanzenhygiene in der Landwirtschaft (Reinmuth). Die Dt. Akad. f. Landw. und ihr Präsident sowie der Herausgeber, haben sich mit der Veröffentlichung dieser Vortragsreihe ein Verdienst erworben, was dankbar anerkannt werden muß. — Z.

Johnston, H.B., Annotated Catalogue of African Grashoppers. Mit einem Vorwort von B. P. Uvarov (Herausgegeben vom Anti Locust Research Centre). 883 S., The University Press Cambridge 1956. Preis gebd. 105.— Sh.

Die in den Nachkriegsjahren besonders intensiv und beschleunigt einsetzende landwirtschaftliche Erschließung unterentwickelter Gebiete mit modernsten mechanisierten Verfahren hat vielfach zum Großanbau landwirtschaftlicher Kulturpflanzen auf bis dahin wirtschaftlich kaum genutzten Ländereien geführt. Die darüber aus Nord- und Südamerika sowie aus Australien vorliegenden Erfahrungen zeigen, daß die Realisierung solch landwirtschaftlicher Riesenprojekte die angewandte Entomologie der betreffenden Gebiete immer wieder überraschend vor neue und bedeutende Aufgaben stellt: Wie Uvarov in seinem lesenswerten Vorwort zum vorliegenden Katalog ausführt, werden oft taxonomisch und meist auch bionomisch kaum bekannte Insektenarten aus der Fauna solcher Gebiete, die bis dahin harmlos oder höchstens Gelegenheitsschädlinge lokaler Bedeutung an Eingeborenenkultur waren, durch die veränderten Bedingungen ihrer Lebensräume zu landwirtschaftlichen Großschädlingen an den neuen Kulturen. In ariden Gebieten sind es besonders die Feldheuschrecken und weniger die einst so gefürchteten Wanderheuschrecken, die sich hier zu den gefährlichsten Kulturpflanzenfeinden und zu Dauer-Großplagen der Landwirtschaft entwickeln. Neben dem Großanbau geeigneter Nährpflanzen werden sie — dank ihrer Eiablage im Boden — durch die tiefgehenden Änderungen der Bodenstruktur infolge der Kulturmaßnahmen in ihrer Vermehrung außerordentlich begünstigt.

Solchen Erfahrungen verdankt Johnston's Katalog seine Entstehung. Sie ging auf eine Anregung Uvarov's, des Leiters des Anti Locust Research Centre, zurück und zeugt für den Weitblick dieser Institution in angewandt entomologischen Fragen. Der Verfasser, der die afrikanische Feldheuschreckenfauna aus langjährigen praktischen Erfahrungen kennt und über eine umfassende Kenntnis der einschlägigen Literatur verfügt, hat hier in dreijähriger Arbeit das Musterbeispiel eines gediegenen entomologischen Grundlagen-Werkes geschaffen, das sowohl dem Vertreter der angewandten Richtung als auch dem Systematiker und Faunisten alle bibliographischen Aufschlüsse über die Familien der Acridae, der Pneumoridae und der Eumastacidae des afrikanischen Raumes und seiner

vorgelagerten Inselgruppen vermittelt (die nur unzureichend bekannten Tetrigiden sind nicht berücksichtigt). Der bibliographische Nachweis umfaßt rund 1000 Nummern. Das auf Afrika bezügliche Fachschrifttum ist darin (mit Ausnahme der Arbeiten über Wanderheuschrecken, die sich allein auf mehrere Tausend belaufen) vollständig berücksichtigt, jenes angrenzender Faunagebiete mit den wichtigsten Veröffentlichungen. Das gesamte Schrifttum ist sorgfältig ausgewertet und in dem Artenverzeichnis des Kataloges durch entsprechende Hinweise bei den einzelnen Arten, Gattungen usw. für den Leser zugänglich gemacht. — Die Zukunft wird erweisen, daß dieses Werk ein wertvoller Beitrag für die Entwicklung der afrikanischen Landwirtschaft ist. — Z.

Jahresberichte über Holzschutz 1953/1954. Herausgeber G. Becker und G. Theden, Berlin-Dahlem, 1955, 219 Seiten. Preis DM 48,— (Vertrieb durch den Springer-Verlag).

In Fortsetzung der früheren „Kinberg-Berichte" haben die Herausgeber jetzt in ihrem zweiten Band die Holzschutzliteratur für die Jahre 1953/1954 zusammengestellt. Die für den ersten Band (1951/52) gewählte Form und Aufteilung wurde beibehalten; die Klassifikation lediglich etwas verfeinert. In 1048, in ihrer Länge der Bedeutung der Originalarbeit angepaßten Referaten, werden 916 Veröffentlichungen des In- und Auslandes in einer bewundernswerten Vollständigkeit erfaßt. — Die Auswertung dieses großen Materials wird dem Leser durch die alphabetisch geordnete Bibliographie und ein sehr eingehendes Sachverzeichnis wesentlich erleichtert.

Die international bekannten Jahresberichte über Holzschutz sollten in keiner Bibliothek der auf dem Holzschutzgebiet tätigen oder hieran interessierten Firmen, Institute oder Verbrauchergruppen fehlen. Die Benutzer werden angesichts der Fülle von Material den Herausgebern dankbar für ihre mühevolle Arbeit sein. W. Liese, Freiburg i. Br.

Rühm, W., Die Nematoden der Ipiden (Parasit. Schriftenreihe H. 6). 437 Seiten, 148 Abb., 10 Tab. G. Fischer Verlag Jena 1956. Preis brosch. DM 35,—.

Rühm legt mit der vorliegenden monographischen Studie, die aus der Erlanger Zoologenschule Stammer's hervorging, die Ergebnisse mehrjähriger, mit großer Umsicht durchgeführter Untersuchungen über die mit Borkenkäfern als Kommensalen-, Halb- oder Vollparasiten vergesellschafteten Nematoden vor. Daß solche in großer Zahl im Gemüll von Borkenkäfergängen oder auch als Schmarotzer in Ipiden selbst leben, war seit langem bekannt. Doch fehlten bislang Einzelheiten über die Artenzugehörigkeit, Lebensweise, Beziehungen zum Wirt usw. Diese Lücken schließt das vorliegende Werk, in dem die bei 59 verschiedenen Ipidenarten vom Verfasser festgestellten Nematoden behandelt werden. Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus ist Rühm's Arbeit durch die große Zahl erstmals festgestellter und neu beschriebener Nematodenarten bemerkenswert, deren oft recht verwickelte Lebensweise weitgehend aufgehellt wird. Auch als Beitrag zum Problem der Entstehung neuer Arten sind Rühm's Nematodenstudien sehr beachtlich. Was die Beziehungen der halb- und vollparasitisch lebenden Nematodenarten zu ihren Borkenkäferwirten anbetrifft, so konnte der Verfasser nachweisen, daß sie deren Leben nur unwesentlich beeinträchtigen. Die im Gemüll der Gangsysteme lebenden Arten sind für die Borkenkäfer völlig harmlose Mitbewohner. Für biologische Bekämpfungszwecke lassen sich daher Borkenkäfernematoden kaum nutzbringend einsetzen. — Z.

Koch, M. und Mitarbeiter, Präparation von Insekten. 120 S., m. zahlr. Abb., Radebeul und Berlin 1956. Preis gebd. DM 9,80.

Die rein handwerkliche Seite des Präparierens von Insekten für Sammlungszwecke ist in der Fachliteratur im allgemeinen recht stiefmütterlich behandelt worden. Außer für die in Liebhaberkreisen als Sammelobjekte bevorzugten Lepidopteren und Coleopteren — und auch hier nur für Vollkerfe und nicht für Raupen und Larven — gibt es kaum brauchbare Anweisungen und Anleitungen für eine sammlungstechnisch einwandfreie Herrichtung von Vertretern der übrigen Ordnungen. Und gerade unter diesen finden sich zahlreiche Gruppen, deren Präparation für wissenschaftliche Zwecke besondere Anforderungen an den Sammler stellt. Diesem Mangel versucht das neue Koch'sche Buch abzuhelfen. Es bringt für fast alle Insektenordnungen, sowohl für Vollkerf als Larven, in gesonderten Darstellungen bewährte Methoden einer wissenschaftlich einwandfreien Prä-

parationstechnik. Die verschiedenen Verfahren wurden für jede Ordnung von namhaften Spezialisten der betreffenden Gruppe bearbeitet. Neben der Trockenpräparation kommt auch die Feuchtkonservierung zu Wort und die Herrichtung des Materials für systematische und biologische Sammlungen. — Z.

Herfs, A. und H. Stötter, Wollschädlinge und ihre moderne Bekämpfung. 78 Seiten, 54 Abb., 7 Farbt. Herausg. v. d. Farbenfabriken Bayer AG., Leverkusen 1956.

Obschon als Werbeschrift gedacht und dementsprechend in der Darstellung auf einen breiteren Leserkreis eingestellt, ist diese Neuerscheinung der Bayerwerke für jeden Fachvertreter der angewandten Richtung sehr aufschlußreich. Ihr Hauptteil stammt aus der Feder Dr. Herfs, eines der erfahrendsten Kenner der Wollschädlinge der Welt. Er behandelt eingehend die Unterschiede aller bekannt gewordenen Wollschädlinge nach Aussehen, Verhalten und Lebensweise, erläutert des Überwiegen bald der einen oder anderen Art an Hand der ökologischen Zusammenhänge und gibt im ganzen einen ausgezeichneten knappen Überblick über das Gebiet. Auch die älteren und neueren Bekämpfungsverfahren werden von Herfs gewürdigt. — Der Beitrag von Stötter behandelt die chemischen Probleme bei der Entwicklung des Eulan, an der er wesentlich beteiligt war, und zeigt, wie alle auftretenden Schwierigkeiten bei der Entwicklung der neuesten Eulan-Präparate der Bayerwerke durch systematische Forschungsarbeit im Zusammenwirken von Biologen und Chemikern behoben werden konnten. — Z.

Mühle, E., Die Krankheiten und Schädlinge der Arznei-, Gewürz- und Duftpflanzen (Wissenschaftl. Abhdlg. Nr. 17). 305 Seiten, 36 Abb., 4 Farbtafeln. Akademie-Verlag Berlin 1956. Preis brosch. DM 36,—.

Zusammenfassende Darstellungen der Arznei- und Gewürzpflanzenschädlinge fehlten bislang im deutschsprachigen Fachschrifttum. Was an Forschungsergebnissen auf diesem Gebiet herauskam, erschien verstreut in verschiedenen pharmazeutischen Fachblättern. Die bestehende Lücke wird durch das neue Werk des bekannten Leipziger Phytopathologen dankenswerterweise glücklich ausgefüllt. Einem kurzen allgemeinen Teil, der Krankheitserscheinungen und Beschädigungen behandelt, folgt als Hauptteil eine nach Pflanzenfamilien geordnete Übersicht der an den wichtigsten Arznei-, Gewürz- und Duftpflanzen beobachteten Krankheitserscheinungen und Schädigungen sowie eine Kennzeichnung der Erreger. Im Schlußteil werden die Erreger und Krankheitsursachen selbst besprochen, wobei Nichtparasitäre- und Viruskrankheiten, Bakterielle- und Pilzliche Krankheitserreger sowie Tierische Schädlinge gesondert zu Wort kommen. Dem Band ist ein ausführliches Schriftenverzeichnis beigegeben. — Z.

Entomophaga, Publication de la Commission internationale de lutte biologique contre les ennemis des cultures (C.I.L.B.) Tome 1 Juillet 1956. Zu beziehen durch: La Librairie Le François 91, bd. St.-Germain, Paris VI^{e}/France C.C.P. Paris 103. Preis des Einzelheftes (128 S.) francs 1200.—.

Die im Juli 1956 mit dem ersten Heft auf internationaler Basis neu herausgekommene Fachzeitschrift „Entomophaga" ist als literarische Sammelstelle aller auf die Probleme der biologischen Schädlingsbekämpfung bezüglichen Arbeiten geplant und als offizielles Publikationsorgan der „Commission internationale de lutte biologique contre les ennemis des Cultures" (C.I.L.B.) gedacht. In ihr sollen — wie das einleitende Programm der Zeitschrift hervorhebt — Beiträge, kurze Mitteilungen, insbesondere aber Originalabhandlungen zu Wort kommen, die auf Biologie, Systematik, Technik der Züchtung und auf die Praxis der biologischen Bekämpfung durch bewußten Einsatz räuberischer und parasitischer Insekten, Milben, Bakterien, Virosen und Mykosen Bezug haben. Sie dient ferner der Veröffentlichung der Sitzungsberichte und Beschlußfassungen der C.I.L.B. und der Dokumentation aller auf dem Gebiet der biologischen Schädlingsbekämpfung in der Welt erscheinenden Veröffentlichungen, die in kritischen Kurzreferaten besprochen werden. — Angesichts der sich mehrenden Klagen über schädliche Nebenwirkungen chemischer Kampfmethoden ist zu hoffen, daß die Sache der biologischen Schädlingsbekämpfung durch das neue Organ der C.I.L.B. wesentlich gefördert wird. — Z.

Forstwirtschaftspolitik

Eine Einführung

Von Prof. Dr. VICTOR DIETERICH

1953 / 398 Seiten mit 26 Abbildungen und 69 Übersichten / In Ganzleinen 38,60 DM

„Dieterich hat das bleibende Verdienst, erstmalig die wirtschaftlichen Grundlagen der Forstpolitik zu einer großen und umfassenden wissenschaftlichen Darstellung ausgebaut zu haben. Seine Forstpolitik wird der akademischen forstlichen Jugend eine wertvolle Einführung in die mannigfachen forstpolitischen Probleme sein und sie das selbständige forstpolitische Denken lehren. Aber auch den Waldbesitzern, Forstbehörden und Forstbeamten, sowie allen Stellen, die mit forstpolitischen Fragen beschäftigt sind, wird das Buch Hilfe und Anregung bieten." *Forstarchiv*

„Dieterich hat sich auf die wissenschaftliche Grundlegung beschränken müssen, aber diese so nahe an die praktische Problematik herangeführt und mit so zahlreichen Beispielen und praktischen Hinweisen versehen, daß das Werk einen abgerundeten Eindruck macht und dem Praktiker außer dem theoretischen Rüstzeug auch viele Anregungen für die praktische Arbeit bietet." *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*

Das natürliche Waldbild Europas

als Grundlage für einen europäischen Waldbau

Von Prof. Dr. KONRAD RUBNER und Dr. FRITZ REINHOLD

1953 / 304 Seiten mit 96 Abbildungen / In Ganzleinen 42,— DM

„Es gibt kein Buch, das uns so gut und sauber in die Tatsachen und Probleme eines europäischen Waldbaues einführt und das uns erlaubt, die eigene örtliche Arbeit in einer nach Art und Wert richtigen Bezogenheit aufs Ganze zutreffend einzuordnen. Wir schulden den Autoren Dank für diese vortreffliche Einführung in den Waldbau Europas auf der Grundlage seiner natürlichen Wuchsgebiete." *Zeitschrift für Weltforstwirtschaft*

„Nicht nur in dem Versuch, eine eingehendere Übersicht über das natürliche Waldbild Europas zu geben, liegt die Bedeutung dieses Buches, sondern auch in der Erkenntnis der Wichtigkeit naturgesetzlicher Grundlagen für den Waldbau (Waldgesellschaften, Rassenfrage usw.) im Hinblick auf eine nachhaltige Produktionssteigerung unserer Wälder. Die Vielfalt, in der uns der Wald in der größeren Heimat gegenübertritt, weitet den Blick, um im engeren lokalen Bereich jenen Unterschieden Bedeutung zuzumessen, ohne deren Berücksichtigung eine Intensivierung des waldbaulichen Arbeitens undenkbar wäre. Aus diesem Grunde wird dem Buch eine große Verbreitung in forstlichen Kreisen gewünscht."
Forstwissenschaftliches Centralblatt

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN

Waldbau

Grundriß und Einführung
als Leitfaden zu Vorlesungen über Bestandsdiagnose und Waldtherapie

Von Prof. Dr. Dr. J. N. KÖSTLER

2., unveränderte Auflage / 1955 / 432 Seiten mit 20 Abbildungen / In Ganzleinen 28,— DM

„Das vorliegende Waldbauwerk stellt eine wirklich hervorragende wissenschaftliche Leistung von hohem pädagogischen und praktischen Wert dar, die das waldbauliche Denken und Handeln stark beeinflussen wird ... Der ‚Waldbau' nach der Interpretation des Verfassers gibt in flüssiger Sprache und mit nicht zu überbietender Ausdruckskraft die Grundsätze und Auffassungen einer Waldbaulehre wieder, die vom Wald als Lebensgemeinschaft ausgeht und ihn unter diesem Gesichtspunkt gegründet, erzogen und gepflegt wissen will. Unter Weglassung alles Handwerklichen werden nach dem Stande unseres heutigen Wissens die waldbaulichen Aufgaben und Probleme in stets originell und fesselnd bleibender Weise besprochen. Dies geschieht allerdings erst, nachdem der Verfasser mit der Mannigfaltigkeit der Waldesnatur vertraut gemacht und jenes naturwissenschaftliche Fundament gegeben hat, das die Voraussetzung zum richtigen waldbaulichen Planen und Handeln in konkreten Fällen bildet." *Zentralblatt für die gesamte Forst- und Holzwirtschaft*

„Josef Köstlers ‚Waldbau' ist ein einmaliges Buch, ein Dokument des waldbaulichen Wissens der Gegenwart. Es kann nichts daran verbessert werden." *Journal of Forestry*

Waldpflege

Waldbauleistungen und Waldgesinnung in süddeutschem Privatwald,
zugleich ein Wegweiser für die Waldbaupraxis

Von Prof. Dr. Dr. J. N. KÖSTLER

1952 / 204 Seiten mit 75 zum Teil ganzseitigen Photos, 16 Abbildungen und 23 Tabellen
In Ganzleinen 26,— DM

„Köstler hat in seinem 1950 erschienenen Waldbau-Lehrbuch bereits gezeigt, daß er gewillt und imstande ist, neue Wege waldbaulicher Forschung und Lehre zu beschreiten. Noch mehr tut er das in dem neuen Waldpflege-Buch ... Das Buch enhält eine solche Fülle von Anregungen und Erkenntnissen, daß es vermessen wäre, im Rahmen einer Besprechung auf diese oder jene Einzelheit einzugehen. Es muß als Ganzes genommen und gewertet werden, als Denkmal für die mehr oder weniger bekannten aber immer stillen ‚Waldbaumeister' des süddeutschen Waldes, sowie als Anregung und Lehre für die waldbauliche Gegenwart und Zukunft." *Der Forst- und Holzwirt*

„Es ist zu wünschen, daß der in diesem wertvollen Buch erstmalig eingeschlagene Weg der Sammlung, systematischen Ordnung und Auswertung von Spitzenleistungen und Erfahrungen der waldbaulichen Praxis auch in anderen Waldländern Nachahmung finden würde. Es war ein äußerst glücklicher Gedanke Köstlers, Waldbau aus der Praxis heraus darzustellen. Die große Fülle prächtiger Waldphotos hat für das Gelingen dieses Werkes wesentlich beigetragen. Druck und sonstige Ausstattung des Buches sind lobend hervorzuheben." *Allgemeine Forstzeitung*

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN